

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
Решение диссертационного совета от «2» октября 2024 г. № 9

О присуждении Гарматиной Алене Андреевне, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Генерация рентгеновских фотонов при взаимодействии импульсно-периодического фемтосекундного лазерного излучения ближнего ИК диапазона с твердотельной мишенью в газовой среде» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 27 июня 2024 г, протокол № 7.

Соискатель Гарматина Алена Андреевна 1993 года рождения, в 2016 году окончила специалитет физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. В 2020 году окончила аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Лазерная физика».

Соискатель работает младшим научным сотрудником в отделении «Институт фотонных технологий» Курчатовского комплекса кристаллография и фотоника (КККиФ) НИЦ Курчатовский институт.

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

Научный руководитель:

Гордиенко Вячеслав Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», физический факультет, кафедра общей физики и волновых процессов, заведующий лабораторией нелинейной оптики имени Р.В. Хохлова.

Официальные оппоненты:

- **Першин Сергей Михайлович**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Научный центр волновых исследований, главный научный сотрудник лаборатории лазерной спектроскопии;
- **Чекалин Сергей Васильевич**, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук, главный научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией спектроскопии ультрабыстрых процессов
- **Кологривов Андрей Александрович**, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им.

П.Н. Лебедева Российской академии наук, высококвалифицированный старший научный сотрудник лаборатории воздействия лазерного излучения

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них 9 статей (7,99 п.л.), опубликованных, в рецензируемых научных изданиях, 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. Zhvaniya, I. A., **Garmatina, A. A.**, Makarov, I. A., and Gordienko, V. M. Tracking of buried layers during plasma-assisted femtosecond laser drilling of compound targets. // Journal of Applied Physics, 2016. Vol. 120, № 4, P. 045901, WoS JIF 2,7/ 0,8 п.л. / авторский вклад 60%
2. **Гарматина, А. А.**, Жвания, И. А., Потёмкин, Ф. В. и Гордиенко, В. М. Генерация рентгеновского излучения из плазмы в микроканале медной мишени, находящейся в воздухе, под действием мягкофокусированных фемтосекундных лазерных импульсов с интенсивностью 100 ТВт/см^2 . // Квантовая электроника, 2018, Т.48 № 7, С. 648-652. ИФ (РИНЦ) 0,8 / 0,57 п.л. / авторский вклад 60%
Переводная версия
Garmatina, A. A., Zhvaniya, I. A., Potemkin, F. V., and Gordienko, V. M. Generation of x-ray radiation from a plasma in a microchannel of a copper target located in the air under the action of soft-focused femtosecond laser pulses with an intensity of 100 TW cm^{-2} . // Quantum Electronics, 2018, Vol 48, № 7, P. 648-652. WoS JIF = 1,022 / 0,42 п.л.
3. **Garmatina, A. A.**, Nazarov, M. M., Zhvaniya, I. A., Gordienko, V. M., and Panchenko, V. Y. Laser chirp effect on x-ray enhancement under interaction of monofilament with solids placed in air. // Laser Physics Letters, 2019 Vol 16, № 2, 025401, WoS JIF = 2,015/ 0,7 п.л. / авторский вклад 50%
4. **Garmatina, A. A.**, Bravy, B. G., Potemkin, F. V., Nazarov, M. M., and Gordienko, V. M. (). Intensity clamping and controlled efficiency of X-ray generation under femtosecond laser interaction with nanostructured target in air and helium. // Journal of Physics: Conference Series, 2020, Vol. 1692 № 1, P. 012004, IOP Publishing. Scopus JIF = 0,48/ 0,8 п.л./ авторский вклад 40%
5. **Garmatina, A. A.**, Shubnyi, A. G., Asadchikov, V. E., Nuzdin, A. D., Baranov, A. I., Myasnikov, D. V., Minaev N. V. and Gordienko, V. M. X-ray generation under interaction of a femtosecond fiber laser with a target and a prospective for laser-plasma X-ray microscopy. // Journal of Physics: Conference Series, 2021, Vol. 2036, № 1, P. 012037, IOP Publishing. Scopus JIF = 0,48/ 0,7 п.л./авторский вклад 50%
6. **Гарматина, А. А.**, Назаров, М. М., Щеглов, П. А., Чащин, М. В., Алешкевич, В.А., Бравый, Б.Г., Гордиенко В.М, Панченко, В.Я. Эффективная генерация характеристического рентгеновского излучения при воздействии чирпированных

фемтосекундных лазерных импульсов на медную мишень при локальном поддуве гелия. // Оптика и спектроскопия, 2022, Т. 130, № 4, С. 522-529. ИФ (РИНЦ) = 0,636/0,9 п.л./ авторский вклад 40%

Переводная версия

Garmatina, A. A., Nazarov, M. M., Shcheglov, P. A., Chaschin, M. V., Aleshkevich, V. A., Bravy, B. G., Gorgienko V.M. and Panchenko, V. Y. Effective line X-ray generation by chirped femtosecond laser pulses interaction with copper target at local helium flow. // Optics and Spectroscopy, 2023, Vol 131, № 6, P. 373 - 379. Scopus JIF = 0,839 / 0,67 п.л.

7. **Гарматина А. А.**, Асадчиков В. Е, Бузмаков, А. В., Дьячкова, И. Г., Дымшиц, Ю. М., Баранов, А.И., Мясников, Д. В., Минаев, Н.В., Гордиенко, В.М. Микрофокусный источник характеристического рентгеновского излучения для фазово-контрастной визуализации на основе фемтосекундного волоконного лазера. // Кристаллография, 2022, Т.67, №6, С. 1012-1020, ИФ (РИНЦ) = 0,784 / 1 п.л. / авторский вклад 40%

Переводная версия

Garmatina, A. A., Asadchikov, V. E., Buzmakov, A. V., Dyachkova, I. G., Dymshits, Y. M., Baranov, A. I., Myasnikov D.N., Minaev N.V. and Gordienko, V. M. Microfocus source of characteristic X-rays for phase-contrast imaging based on a femtosecond fiber laser. // Crystallography Reports, 2022, Vol. 67, № 6, P.1026-1033. WoS JIF = 0,735 / 0,58 п.л.

8. **Garmatina, A.**, Mareev, E., Minaev, N., Asharchuk, N., Semenov, T., Mozhaeva, M., Korshunov A, Krivonosov Y., Dyachkova I., Buzmakov A., Koldaev V., Zolotov D., Dymshits Y., Gordienko V. and Asadchikov V. Vacuum-free femtosecond fiber laser microplasma X-ray source for radiography. // Optics Express, 2023, Vol. 31 № 26, P. 44259. WoS JIF = 3,894/ 1,6 п.л./ авторский вклад 30%

9. **Гарматина, А.А.**, Мареев Е.И., Коршунов А.А., Можаяева М. Д., Минаев Н.В., Муслимов А.Э., Хмеленин Д.Н, Асадчиков В.Е., Гордиенко В.М. Микроскопия второй гармоники из приповерхностной плазмы, зажигаемой остросфокусированным пучком фемтосекундного волоконного лазера. // Оптика и спектроскопия, 2024, Т. 132, № 1, С. 34 - 41. ИФ (РИНЦ) = 0,636 / 0,92 п.л./ авторский вклад 40%

Переводная версия

Garmatina A.A. , Mareev E.I, Korshunov A.A. , Mozhaeva M.D. , Minaev N.V. , Muslimov A. E. , Hmelenin D.N., Asadchikov V.E. , Gordienko V.M. Second harmonic microscopy from nearsurface plasma ignited by tightly focused femtosecond fiber laser beam. // Optic and Spectroscopy, 2024, Vol.132, № 1, P. 32-38. Scopus JIF = 0,839 / 0,69 п.л.

На диссертацию и автореферат поступило 2 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области лазерной физики, а также взаимодействия излучения с веществом

и имеют публикации по схожей тематике. 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 содержится решение задачи, имеющей значение для развития лазерной физики и нелинейной оптики. Разработан подход, связанный с возможностью проводить диагностику лазерной интенсивности в процессе фемтосекундной лазерной абляции мишени по рентгеновскому сигналу, сопровождающему процесс абляции. Разработан и создан вневакуумный микрофокусный рентгеновский источник, на базе низкоэнергетического фемтосекундного волоконного лазера, воздействующего в режиме острой фокусировки на расположенную в воздухе мишень.

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. Рентгеновское излучение, получаемое при лазерно-плазменном процессе абляции твердотельной мишени последовательностью сфокусированных фемтосекундных лазерных импульсов, позволяет оценить величину интенсивности и динамику ее изменения в процессе создания микроканала.
2. Управление длительностью интенсивного фемтосекундного лазерного импульса, позволяет минимизировать влияние ионизации газовой среды (воздух, гелий) на самодефокусировку лазерного пучка взаимодействующего с мишенью. Изменение длительности импульса в диапазоне от 30 фс до 300 фс воздействующего на медную мишень излучения Ti:Sa лазера ($\lambda = 800$ нм, $E = 6$ мДж, $f = 10$ Гц, $NA = 0.1$) обеспечивает увеличение выхода характеристического рентгеновского излучения в 10 раз, и в случае гелия выход достигает величины $2 \cdot 10^7$ фот/импульс/2пср.
3. Острая фокусировка излучения низкоэнергетического фемтосекундного волоконного лазера ($\lambda = 1030$ нм, энергия в импульсе $E = 10$ мкДж, частота повторений $f = 2$ МГц, длительность $\tau = 280$ фс, числовая апертура $NA = 0.2$, интенсивность $\sim 10^{14}$ Вт/см²) на расположенную в воздушной среде медную мишень позволяет создать микроплазменную область диаметром 8.5 ± 1.6 мкм, являющуюся источником рентгеновского излучения с потоком фотонов $(1.5 \pm 0.5) \cdot 10^9$ фот/с/2пср.
4. Сигнал второй гармоники фемтосекундного волоконного лазера, сопровождающий появление микроплазмы, может быть использован для определения диаметра лазерно-индуцированной приповерхностной микроплазмы, являющейся источником рентгеновских фотонов.

На заседании 02 октября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Гарматиной Алене Андреевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 17, «против» – 0, недействительных голосов – 0.

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: 2 октября 2024 г.