

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 22 ноября 2021 г. № 10

О присуждении Вайс Ольге Евгеньевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Теоретическое исследование эффектов прямого лазерного ускорения частиц для целей диагностики интенсивных лазерных импульсов» по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика» принята к защите 28 июня 2021 года (протокол заседания № 4) 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 Вайс Ольга Евгеньевна, 8 декабря 1992 года рождения, в 2016 году с отличием окончила физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ) по специальности «Физика» со специализацией «Лазерная физика и нелинейная оптика». С 1 июля 2016 года обучалась в аспирантуре ФИАН по направлению «Физика и астрономия» и закончила её 30 июня 2020 года, получив диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2021 году. С июня 2015 года по настоящее время О.Е. Вайс работает в секторе лазерно-плазменной физики высоких энергий Отделения квантовой

радиофизики ФИАН. В настоящее время занимает должность высококвалифицированного младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа О.Е. Вайс выполнена в секторе лазерно-плазменной физики высоких энергий Отделения квантовой радиофизики ФИАН.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Быченков Валерий Юрьевич, высококвалифицированный главный научный сотрудник и заведующий сектором лазерно-плазменной физики высоких энергий Отделения квантовой радиофизики ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Андреев Николай Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией теории лазерной плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН);

2. Ширяев Олег Борисович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики медико-биологического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова" (ФГАОУ ВО РНИМУ)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук" (ИПФ РАН), город Нижний Новгород, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук Стародубцевым Михаилом Викторовичем, заведующим лабораторией моделирования плазменных явлений в экстремальных астрофизических объектах ИПФ РАН, и доктором физико-математических наук,

академиком РАН Хазановым Ефимом Аркадьевичем, заместителем директора ИПФ РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Денисовым Григорием Геннадьевичем, директором ИПФ РАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них 8 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science. Подготовка материалов к опубликованию производилась соискателем лично или в сотрудничестве с соавторами. Результаты работы доложены на 23 всероссийских и международных конференциях. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем О.Е. Вайс работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Вайс О. Е., Бочкарев С. Г., Быченков В. Ю. Нелинейное томсоновское рассеяние релятивистски-сильного остросфокусированного лазерного импульса ультракороткой длительности // Физика Плазмы. 2016. Т. 42, № 9. с. 796–812. [переводная версия: Plasma Physics Reports. 2016. Vol. 42 No. 9 pp. 818–833.]
2. Вайс О. Е., Бочкарев С. Г., Тер-Аветисян С., Быченков В. Ю. Об угловом распределении напрямую ускоренных электронов под действием мощного остросфокусированного лазерного импульса // Квантовая электроника. 2017. Т. 47, № 1. с. 38–41. [переводная версия: Quantum Electronics. 2017. Vol. 47. No. 1 pp. 38–41.]
3. Ivanov K. A., Tsymbalov I. N., Vais O. E., Bochkarev S. G., Volkov R. V., Bychenkov V. Yu., Savel'ev A. B. Accelerated electrons for in situ peak intensity monitoring of tightly focused femtosecond laser radiation at high intensities // Plasma Phys. Control. Fusion. 2018. Vol. 60. p. 105011 (8pp).
4. Vais O. E., Bychenkov V. Yu. Direct electron acceleration for diagnostics of a laser pulse focused by an off-axis parabolic mirror // Appl. Phys. B. 2018. Vol. 124. p.

211 (13pp).

5. Vais O. E., Thomas A. G. R., Maksimchuk A. M., Krushelnick K., Bychenkov V. Yu. Characterizing extreme laser intensities by ponderomotive acceleration of protons from rarified gas // *New J. Phys.* 2020. Vol. 22. p. 023003 (14pp).

6. Вайс О. Е., Быченко В. Ю. Нелинейное томсоновское рассеяние острогофокусированного релятивистски интенсивного лазерного импульса на ансамбле частиц // *Квантовая электроника.* 2020. Т. 50, № 22 10. с. 922–928. [переводная версия: *Quantum Electronics.* 2020. Vol. 50. No. 10 pp. 922–928.]

7. Vais O. E., Bychenkov V. Yu. Complementary diagnostics of high intensity femtosecond laser pulses via vacuum acceleration of protons and electrons // *Plasma Phys. Control. Fusion.* 2021. Vol. 63. p. 014002 (8pp).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области взаимодействия ультракоротких мощных лазерных импульсов с плазмой, лазерного ускорения частиц и физики плазмы.

В диссертации проведено теоретическое исследование лазерного ускорения электронов и протонов, а также процесса нелинейного томсоновского рассеяния лазерного импульса с целью обоснования нового метода диагностики ультракоротких высокоинтенсивных лазерных импульсов на основе характеристик спектрально-угловых распределений частиц. На основании выполненных соискателем исследований диссертационный совет отмечает следующие результаты:

1. В условиях острой фокусировки фемтосекундного лазерного импульса $D_F \sim \lambda$ с интенсивностью, превышающей 10^{21} Вт/см², доказана связь анизотропии энергетических спектров электронов в плоскости, перпендикулярной направлению распространения лазерного импульса, с продольной компонентой электрического поля лазерного импульса.

2. Установлено, что в условиях острой фокусировки $D_F \sim \lambda$ увеличение диаметра фокального пятна приводит к росту максимальных энергий

электронов, в то время как для плавной фокусировки $D_F \gg \lambda$ наблюдается обратная тенденция.

3. Установлена связь угла вылета высокоэнергетичных электронов и фотонов вторичного излучения с диаметром фокального пятна острогофокусированного фемтосекундного лазерного импульса с интенсивностью, превышающей 10^{21} Вт/см².

4. Доказана связь угловой ширины энергетических спектров протонов с диаметром фокального пятна лазерного импульса, когда смещение частицы за время взаимодействия с лазерным импульсом мало по сравнению с диаметром фокального пятна, и получена соответствующая аналитическая зависимость.

5. Впервые теоретически обоснована и разработана методика диагностики лазерных импульсов на основе двух сортов частиц (электронов и протонов) для одновременной диагностики пиковой интенсивности лазерного импульса, диаметра его фокального пятна и его длительности для лазерных импульсов с интенсивностями в диапазоне $10^{21} - 10^{24}$ Вт/см², диаметром фокального пятна от 1 до 6 длин волн, длительностью от 10 до 50 фс.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Разработана методика диагностики параметров фемтосекундных высокоинтенсивных лазерных импульсов, которая была успешно апробирована в совместной экспериментально-теоретической работе с МЛЦ МГУ им. М.В. Ломоносова.

2. Представлены рекомендации для проведения экспериментов по диагностике релятивистски интенсивных лазерных импульсов.

3. Определены границы применимости предложенной диагностики по параметрам лазерного импульса и среды, предполагаемых для использования в эксперименте.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: теоретические модели имеют обоснованные границы применимости и используются с их

учетом для получения результатов, представленных в диссертации; численные результаты были получены при помощи кодов, которые прошли проверку на задачах с известными решениями; установлено качественное совпадение результатов соискателя с результатами других авторов, полученных для их приближений, а также установлено согласие полученных аналитических оценок с результатами численного моделирования. Кроме того, проведенная в МЛЦ МГУ экспериментальная апробация предложенного метода диагностики лазерных импульсов показала хорошее согласие теоретических предсказаний с результатами эксперимента.

Личный вклад соискателя состоит в разработке программных кодов, используемых в ходе исследований. Автором были проведены все численные расчеты, лежащие в основе диссертационной работы, а также их обработка и последующий анализ. Постановка задач исследования, интерпретация результатов и написание статей проводились совместно с научным руководителем и другими соавторами при непосредственном участии соискателя.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Соискатель О.Е. Вайс аргументировано ответила на задаваемые ей вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 22 ноября 2021 года диссертационный совет принял решение присудить О.Е. Вайс учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи о теоретическом обосновании нового метода диагностики высокоинтенсивных лазерных импульсов на основе характеристик ускоренных частиц, имеющей существенное значение для дальнейшего развития лазерно-плазменной физики высоких энергий.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 22 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.19 – Лазерная физика), участвовавшие в

заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 22,

против присуждения учёной степени - 0,

недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

22 ноября 2021 г.