

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 18 мая 2026 г № 5

О присуждении Ракитиной Марии Александровне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Роль преплазмы мишени в задачах аномального поглощения излучения и лазерного ускорения частиц» по специальности 1.3.19 — Лазерная физика принята к защите 16 февраля 2026 года, (протокол заседания №2) 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 Ракитина Мария Александровна, 20 июня 1997 года рождения, в 2021 году с отличием окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), Институт лазерных и плазменных технологий, со специализацией «Прикладные математика и физика». В 2025 году закончила очную аспирантуру ФИАН по направлению 03.06.01 – «Физика и астрономия» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». С 2017 года является сотрудником ФИАН, в настоящее время работает в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника в Секторе лазерно-

плазменной физики высоких энергий Отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова.

Диссертационная работа Ракитиной М.А. выполнена в Отделении квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Брантов Андрей Владимирович, ведущий научный сотрудник Сектора лазерно-плазменной физики высоких энергий Отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Андреев Николай Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией теории лазерной плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенный институт высоких температур РАН» (ОИВТ РАН, г. Москва);
2. Коржиманов Артем Владимирович, кандидат физико-математических наук, заместитель заведующего отделом сверхбыстрых процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики имени А.В. Гапонова-Грехова РАН» (ИПФ РАН, г. Нижний Новгород)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ), город Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук, профессором Машеком Игорем Чеславовичем, заведующим кафедрой общей физики-1 СПбГУ, доктором физико-математических наук Андреевым Александром Алексеевичем, профессором кафедры общей физики-1 СПбГУ, и утвержденном кандидатом физико-математических наук Микушевым Сергеем

Владимировичем, проректором по научной работе СПбГУ, указала, что диссертация Ракитиной М.А. представляет собой полноценную научно-квалификационную работу, в которой решены значимые вопросы лазерной физики, касающиеся роли преплазмы в процессах поглощения лазерного излучения и ускорения заряженных частиц, и полностью удовлетворяет всем требованиям к кандидатским диссертациям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Ракитина Мария Александровна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19–Лазерная физика.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем М. А. Ракитиной работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Glazyrin S.I., Brantov A.V., Rakitina M.A., Bychenkov V.Yu. Anomalous absorption due to development of return current instability, High Energy Density Physics. Vol. 36. P. 100824 (2020).
2. Ракитина М.А., Брантов А.В. О раскачке ионно-звуковой неустойчивости в плазме с двумя сортами ионов, Физика плазмы. Т. 57, № 10. С. 921–927 (2021).
3. Влияние положения фокуса на формирование преплазмы и ускорение ионов при лазерном облучении плоской мишени / Сафронов К.В., Брантов А.В., Флегентов В.А., Шамаева Н.Н., Горохов С.А., Тищенко А.С., Замураев Д.О., Федоров Н.А., Ковалева С.Ф., Шамраев А.Л., Глазырин С.И., Ракитина М.А., Быченков В.Ю. // Письма в ЖЭТФ. Т. 121, № 7. С. 562–571 (2025).

4. Брантов А.В., Ракитина М.А., Глазырин С.И. Сравнение характеристик пучков протонов, ускоряемых коротким лазерным импульсом с энергией порядка 2 Дж из ультратонких фольг и мишеней с преплазмой, Квантовая электроника. Т. 55, № 7. С. 423–428 (2025).

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области лазерной физики и физики плазмы, а ведущей организации – ее репутацией признанного научного центра, проводящего исследования в области физики высоких плотностей энергии и физики плазмы, включая лазерное ускорение заряженных частиц.

Диссертация Ракитиной М. А. посвящена решению актуальной научной задачи – исследованию роли плазменной короны (преплазмы) в аномальном поглощении лазерного излучения, возникающего из-за развития ионно-звуковой неустойчивости обратного тока, применительно к плазме лазерного термоядерного синтеза, и в оптимизации ускорения заряженных частиц фемтосекундными лазерными импульсами релятивистской интенсивности. Актуальность темы заключается в необходимости исследования кинетических эффектов в плазме лазерного термоядерного синтеза для их включения в гидродинамическое моделирование сжатия мишени, а также большим интересом к компактным источникам высокоэнергетичных электронов, протонов и вторичного излучения для ядерной физики, радиологии, биомедицины и лабораторной астрофизики.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Для углеродной плазмы получено выражение для порогового градиента температуры, вызывающего ионно-звуковую неустойчивость, и найден порог интенсивности, при превышении которого поглощение лазерной энергии на начальном этапе увеличивается дополнительно на 10%.

2. Установлено, что в плазме с двумя типами ионов разной массы ионно-звуковая неустойчивость способна развиваться и в изотермическом случае из-за возбуждения медленной ветви акустических колебаний.
3. Оптимальное положение точки фокусировки лазерного импульса на профиле плотности преплазмы, обеспечивающее релятивистский самозахват, ведет к увеличению максимальной энергии как ускоренных электронов, так и протонов.
4. На основе PIC-моделирования показано, что для ультратонких фольг с толщиной до 1 микрометра применение высококонтрастных импульсов повышает максимальную энергию протонов на 5%, однако исключительно для мишеней оптимальной толщины (десятки нанометров); для неоптимальных толщин энергия протонов снижается вплоть до 50%. Наличие предимпульса ослабляет зависимость максимальной энергии протонов от толщины мишени.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Новизна состоит в том, что:

- Предложено уточнение выражения для порогового градиента температуры, вызывающего ионно-звуковую неустойчивость в плазме ЛТС, в котором учтены ион-ионные столкновения;
- В плазме с двумя типами ионов впервые рассчитаны пороги ионно-звуковой неустойчивости для быстрой и медленной звуковых ветвей;
- Установлено, что максимальная эффективность ускорения электронов и протонов реализуется при фокусировке лазерного импульса на профиль преплазмы в точку, соответствующую условию релятивистского самозахвата лазерного излучения.

Практическая значимость полученных соискателем результатов заключается в том, что: описанные пороговые критерии ионно-звуковой неустойчивости могут быть использованы в гидродинамических кодах для

корректного моделирования аномального поглощения в мишенях ЛТС в схеме прямого облучения; разработанные методики гидродинамического расчёта профилей преплазмы и последующего PIC-моделирования позволяют планировать эксперименты на действующих и перспективных лазерных установках и интерпретировать их результаты и могут быть непосредственно применены для повышения эффективности лазерных источников протонов и электронов.

Результаты работы могут быть использованы в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова (МГУ), Институте прикладной физики имени А.В. Гапонова-Грехова (ИПФ РАН), Объединённом институте высоких температур (ОИВТ РАН), Российском федеральном ядерном центре – ВНИИТФ имени академика Е.И. Забабахина, а также в Национальном центре физики и математики (НЦФМ), Физическом институте имени Лебедева РАН (ФИАН) и других.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием апробированных гидродинамических и PIC-кодов, а также хорошим соответствием результатов моделирования ускорения протонов экспериментальным данным, полученным на установке РФЯЦ-ВНИИТФ.

Все основные научные результаты, включённые в диссертацию Ракитиной М.А., получены лично автором или при её непосредственном участии. Автор самостоятельно выполнены аналитические расчёты порогов ионно-звуковой неустойчивости для плазмы с одним и двумя сортами ионов, проведены гидродинамические расчёты разлёта мишени, выполнены серии PIC-расчётов ускорения электронов и протонов, а также обработка и анализ полученных данных. Автор принимал непосредственное участие в постановке исследовательских задач, интерпретации результатов, подготовке публикаций и их представлении на научных конференциях.

В ходе защиты соискатель Ракитина М. А. аргументированно ответила на заданные ей вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 18 мая 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Ракитиной М.А. учёную степень кандидата физико-математических наук за решение актуальной научно-прикладной задачи – вычисление порогов ионно-звуковой неустойчивости обратного тока и ее учет в аномальном поглощении лазерного излучения, а также определение оптимальных параметров взаимодействия (профиль преплазмы, положение точки фокусировки) для повышения эффективности лазерного ускорения электронов и протонов в преплазме лазерно-облучаемой мишени.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.19 — Лазерная физика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

- за присуждение учёной степени – 20,
- против присуждения учёной степени – 0,
- недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета

д.ф.-м.н., профессор

Ионин Андрей Алексеевич

Учёный секретарь диссертационного совета

д.ф.-м.н.

Золотко Александр Степанович

18 мая 2026 г.