

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 13 октября 2025 г № 89

О присуждении Гожеву Денису Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Генерация высокоэнергетичных заряженных частиц в микро-структурированных мишенях, облучаемых фемтосекундными лазерными импульсами» по специальности 1.3.19 — Лазерная физика принята к защите 21 апреля 2025 года, (протокол заседания № 85) 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 Гожев Денис Алексеевич, 15 марта 1992 года рождения, в 2016 году с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» (МГУ), Физический факультет по специальности «Физика» со специализацией «Лазерная физика и нелинейная оптика». В 2020 году закончил очную аспирантуру МГУ по направлению 03.06.01 – «Физика и астрономия» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». С 2016 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 Гожева Д. А. выполнена в Отделении квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова ФИАН.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, профессор Быченков Валерий Юрьевич, высококвалифицированный главный научный сотрудник, и.о. заведующего Сектором лазерно-плазменной физики высоких энергий, заместитель руководителя Отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Костюков Игорь Юрьевич, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, заведующий отделом сверхбыстрых процессов отделения нелинейной динамики и оптики Института прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород);
2. Кузнецов Сергей Вячеславович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории «Теория лазерной плазмы» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенный институт высоких температур Российской академии наук» (ОИВТ РАН, г. Москва)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН), город Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук Лотовым Константином Владимировичем, главным научным сотрудником сектора 5-12 ИЯФ СО РАН, доктором физико-математических наук Бурдаковым Александром Владимировичем, председателем семинара плазменных лабораторий ИЯФ СО РАН, кандидатом физико-математических наук

Резниченко Алексеем Викторовичем, ученым секретарем ИЯФ СО РАН, и утвержденном академиком РАН, доктором физико-математических наук Логачевым Павлом Владимировичем, директором ИЯФ СО РАН, указала, что по своей актуальности, новизне, практической значимости и уровню диссертация Гожева Д.А. соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликовано 8 работ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Гожевым Д. А. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Nanostructured plasmas for enhanced gamma emission at relativistic laser interaction with solids / K. A. Ivanov, D. A. Gozhev, S. P. Rodichkina, S. V. Makarov, S. S. Makarov, M. A. Dubatkov, S. A. Pikuz, D. E. Presnov, A. A. Paskhalov, N. V. Eremin, A. V. Brantov, V. Yu. Bychenkov, R. V. Volkov, V. Yu. Timoshenko, S. I. Kudryashov, A. B. Savel'ev // Applied Physics B. – 2017. – Т. 123. – С. 252.
2. Laser-triggered stochastic volumetric heating of sub-microwire array target / D. A. Gozhev, S. G. Bochkarev, N. I. Busleev, A. V. Brantov, S. I. Kudryashov, A. B. Savel'ev, V. Yu. Bychenkov // High Energy Density Physics. – 2020. – Т. 37. – С. 100856.
3. Гожев Д. А., Бочкарев С. Г., Быченков В. Ю. Электронный нагрев кластерной плазмы ультракоротким лазерным импульсом // Письма в

Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2021. – Т. 114. – №. 4. – С. 233-241.

4. Optimized laser production of thermonuclear neutrons from plasma of submicron-sized clusters / D. A. Gozhev, S. G. Bochkarev, M. G. Lobok, A. V. Brantov, V. Y. Bychenkov // Physics of Plasmas. – 2024. – Т. 31. – №. 7. – С. 073103.

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 энергий и физики плазмы, включая лазерное ускорение заряженных частиц.

Диссертация Гожева Д. А. посвящена решению актуальной научной задачи — определению и обоснованию наиболее перспективных режимов лазерно-плазменного взаимодействия со структурированными мишенями, обеспечивающих получение максимального числа заряженных частиц с высокой средней энергией. Актуальность темы подтверждается значительным интересом к высокоэнергетичным лазерно-ускоренным электронам и ионам в различных областях науки и техники: ядерной физике, радиографии, исследованиях вещества в экстремальных состояниях, а также в ряде биомедицинских приложений.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Результаты численного моделирования показали, что при взаимодействии мощного фемтосекундного лазерного импульса с субмикронными кластерами тяжелых атомов в спектре высокоэнергетичных электронов формируется плато. С помощью показателей Ляпунова было продемонстрировано, что горячие электроны из платообразной области спектрального распределения

совершают стохастическое движение в сложной структуре лазерно-кластерных полей. При фиксированной энергии лазерного импульса количество горячих электронов в платообразной области спектрального распределения уменьшается обратно пропорционально квадратному корню из его интенсивности.

2. Применение нового зонального подхода к моделированию методом «частиц-в-ячейках» (PIC) показало, что при облучении кластеров тяжелой воды умеренно релятивистскими лазерными импульсами наибольший выход нейтронов наблюдается в случае, когда радиус кластеров сопоставим с дебаевской длиной горячих электронов, а интенсивность лазерного импульса достигает наибольшего значения.
3. Численное моделирование показало, что при взаимодействии релятивистского лазерного излучения с микропроволочной мишенью эффективный нагрев электронов обусловлен стохастическим ускорением в сложной конфигурации лазерно-плазменных полей. Наибольшая средняя энергия электронов достигается тогда, когда высота микропроволок составляет примерно половину длины лазерного импульса, а межпроволочный зазор остается минимально достаточным для прохождения лазерного излучения.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Новизна обусловлена тем, что:

- Найденный энергетический спектр электронов, формирующийся при облучении кластерной мишени из тяжелых атомов сверхкоротким лазерным импульсом, содержит широкое плато с признаками квазимоноэнергетичности. Определены оптимальные параметры, при которых для заданной энергии умеренно интенсивного импульса достигается наибольший выход высокоэнергетичных электронов;

- Предложена методика, позволяющая эффективно моделировать большие объемы лазерно-кластерного взаимодействия, востребованные экспериментом.

Алгоритм обеспечивает существенное сокращение вычислительных затрат и дает возможность рассчитать спектр высокоэнергетичных ионов во всей области взаимодействия, что критически важно для выбора оптимального режима работы лазерно-кластерного источника нейтронов;

- Выявлены зависимости характеристик электронов, ионов, а также выхода нейтронов, в процессе взаимодействия умеренно релятивистского лазерного импульса с кластерами из тяжелой воды от размеров кластеров, интенсивности лазерного излучения и средней плотности среды;

- Определены оптимальные параметры микропроволочной мишени, при которых её взаимодействие со слабoreлятивистским фемтосекундным лазерным импульсом обеспечивает генерацию стохастически ускоренных электронов с максимальной средней энергией.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанная методика упрощенного PIC-моделирования больших объёмов лазерно-кластерного взаимодействия, основанная на разбиении области взаимодействия на отдельные зоны, может в дальнейшем использоваться при планировании экспериментов на мультитераваттных/петаваттных лазерных установках и интерпретации их результатов. Полученные в диссертации данные об оптимальных параметрах взаимодействия лазерного излучения с кластерными и микропроволочными мишенями могут послужить основой для проведения экспериментов по созданию рентгеновских и нейтронных источников.

Результаты работы могут быть применены 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 — Всероссийском научно-исследовательском институте технической физики имени академика Е. И. Забабахина (РФЯЦ ВНИИТФ) и других.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием годами проверенного 3D PIC-кода «Mandor». Данные моделирований соответствуют аналитическим оценкам, где они доступны, и демонстрируют согласие с известными экспериментальными результатами.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Гожева Д. А., получены лично автором, либо при его непосредственном участии. В частности, автором с помощью PIC-моделирования были выполнены серии трехмерных численных расчётов взаимодействия лазерного излучения с кластерными средами и микропроволочной мишенью, а также последующая обработка и анализ полученных данных. Гожев Д. А. разработал и реализовал методику упрощённого трёхмерного PIC-моделирования взаимодействия лазерного излучения с кластерной мишенью на основе зонального подхода. Автор выполнил анализ динамики электронов при взаимодействии лазерного излучения со структурированными мишенями с использованием метода тестовых частиц и показателей Ляпунова, продемонстрировав стохастический характер их движения. Автор принимал непосредственное участие в постановке исследовательских задач, интерпретации полученных результатов, подготовке публикаций и их представлении на научных конференциях.

В ходе защиты соискатель Гожев Д. А. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 13 октября 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Гожеву Д. А. учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной расчетно-теоретической задачи нахождения эффективных схем взаимодействия умеренно-релятивистского лазерного излучения с микро-структурированными мишенями, определения оптимальных параметров взаимодействия с такими структурами и изучения стохастического ускорения электронов при этом взаимодействии.

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.

Председатель диссертационного совета
академик РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Золотко Александр Степанович

13 октября 2025 г.