

Минобрнауки России
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

им. Г.И. Будкера
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИЯФ СО РАН)

Проспект ак. Лаврентьева, д. 11, г. Новосибирск, 630090
телефон: (383) 329-47-60, факс: (383) 330-71-63
<http://www.inp.nsk.su>, e-mail: inp@inp.nsk.su
ОКПО 03533872 ОГРН 1025403658136
ИНН/КПП 5408105577 / 540801001

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИЯФ СО РАН
Д.Ф.М.Н. академик РАН

П.В.Логачев

3 июня 2025 г.

от _____ № _____

на _____ от _____

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Гожева Дениса Алексеевича
«Генерация высокоэнергетичных заряженных частиц в микро-
структурированных мишенях, облучаемых фемтосекундными лазерными
импульсами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.3.19 - Лазерная физика

Диссертационная работа Д. А. Гожева посвящена теоретическому и численному исследованию взаимодействия мощных сверхкоротких лазерных импульсов со структурами твердотельной плотности малых (микронного и субмикронного) размеров. Предмет для изучения появился относительно недавно, не более 15 лет назад, когда мощные мультитераваттные лазеры перешли из объектов исследования в инструменты исследования. Соответственно, все полученные в работе результаты находятся на переднем крае мировой науки, являются новыми и актуальными.

Суть работы изложена в трех главах (2-4), посвященных структурам разного вида. Объединяющими элементами работы являются метод исследования и физические процессы, происходящие в структурах. Метод исследования можно охарактеризовать как индуктивный. Сначала численным моделированием исследуются конкретные частные случаи, затем происходит переход к параметрическим зависимостям, после чего формулируются общие закономерности явления, формулируются скейлинги, предлагаются оптимальные наборы параметров для решаемой задачи и демонстрируются возможности конкретного типа мишеней. Численное моделирование содержит в себе значительный элемент новизны. Поскольку

прямое моделирование интересующих явлений требует огромных (и недоступных в настоящее время) вычислительных ресурсов, предложен способ ускорить расчеты путем разбиения расчетной области на характерные части с интерполяцией результатов вычислений между ними. Для лучшего понимания явлений используется продвинутая диагностика траекторий и энергий отдельных частиц, а также упрощенные численные модели. По итогу взаимодействие лазерных импульсов с разными типами структур обнаруживает схожие, хотя и нетривиальные, закономерности.

В целом работа выполнена на высоком уровне. Результаты опубликованы в реферируемых журналах и понятно изложены в диссертации. Виден большой объем выполненной работы. Представлен обширный обзор литературы по тематике диссертации. Этот обзор, однако, оставляет впечатление зоологичности тематики, то есть разнообразие режимов взаимодействия лазерных импульсов со микроструктурами велико, и устоявшихся общих закономерностей для них еще не сформулировано. Диссертационное исследование является важным шагом к формулировке таких общих закономерностей и тем самым приближает практическое использование микроструктур для генерации вторичного излучения и частиц. Особо хочется отметить удачные формулировки положений, выносимых на защиту, и основных результатов работы, которые очень точно отражают суть и достоинства диссертационного исследования.

Результаты диссертации могут быть использованы при планировании и объяснении экспериментов с мощными лазерами в ИПФ РАН (г. Нижний Новгород), МГУ (г. Москва), ВНИИТФ (г. Снежинск), ряде зарубежных научных центров.

В тексте диссертации, однако, есть недостаточно объясненные моменты:

1. Утверждается (с.34), что электроны, вылетающие в продольном направлении, заряжают область моделирования, но этим эффектом можно пренебречь, так как их число не превышает 10%. Вообще-то даже незначительное разделение зарядов способно порождать сильные электрические поля, поэтому не очевидно, что при потере 10% электронов полезные поля в расчетной области будут заведомо меньше полей нескомпенсированного заряда.
2. Создает ли поток вылетающих из системы электронов магнитное поле? Из-за периодических граничных условий поле нескомпенсированного тока, текущего в расчетной области, гипотетически может усиливаться и влиять на этот ток.
3. Не очевидно, как из работы [107], где рассматривалась плазма без кластеров, вытекает формула (2.5) для плазмы с кластерами на стр. 36.

Также к недостаткам работы можно отнести отсутствие номеров страниц в некоторых ссылках.

Указанные недостатки, однако, не снижают ценности работы. Результаты работы уже получили признание научного сообщества, выраженное в большом количестве ссылок на статьи. По своей актуальности, новизне, практической значимости и уровню диссертация Д. А. Гожева «Генерация высокоэнергетичных заряженных частиц в микро-структурированных мишенях, облучаемых фемтосекундными лазерными импульсами» соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Гожев Денис Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Доклад Д.А. Гожева по материалам диссертации представлен 27 мая 2025 г. на заседании семинара плазменных лабораторий Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН). Отзыв на диссертацию подготовлен главным научным сотрудником ИЯФ СО РАН доктором физико-математических наук К.В. Лотовым и одобрен на заседании этого семинара 27 мая 2025 г.

Отзыв утвержден на заседании Ученого совета ИЯФ СО РАН 2 июня 2025 г. (протокол № 21).

Отзыв составил

Лотов Константин Владимирович
доктор физ.-мат. наук, профессор РАН
главный научный сотрудник
сектора 5-12 ИЯФ СО РАН,
+7 913 957 6133, K.V.Lotov@inp.nsk.su

Председатель семинара
плазменных
лабораторий
ИЯФ СО РАН

Бурдаков Александр Владимирович
доктор физ.-мат. наук
главный научный сотрудник
лаб. 10 ИЯФ СО РАН,
+7 960 798 4825, A.V.Burdakov@inp.nsk.su

Ученый секретарь
ИЯФ СО РАН

Резниченко Алексей Викторович
кандидат физ.-мат. наук
+7 (383) 329-47-99
A.V.Reznichenko@inp.nsk.su

Список основных публикаций сотрудников ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН) по тематике диссертации Д.А. Гожева " Генерация высокоэнергетичных заряженных частиц в микро-структурированных мишенях, облучаемых фемтосекундными лазерными импульсами" за последние пять лет

1. Kargapolov I. Y., Okhoynikov N.V., Shalimova I.A., Sosedkin A.P., Lotov K.V., Declustering of macroparticles in long-term simulations of plasma wakefield acceleration //Physics of Plasmas. – 2025. – Т. 32. – №. 2.
2. Lotov K. V., Kargapolov I. Y., Tuev P. V. Oscillation damper for misaligned witness in plasma wakefield accelerator //Physics of Plasmas. – 2024. – Т. 31. – №. 12.
3. Kutergin D.D., Lotov I.K., Minakov V.A., Spitsyn R.I., Tuev P.V., Lotov K.V., Plasma wakefield acceleration driven by XCELS laser pulse //Physics of Particles and Nuclei Letters. – 2024. – Т. 21. – №. 3. – С. 316-321.
4. Дорожкина М.С., Балуев К.В., Кутергин Д.Д., Лотов И.К., Минаков В.А., Спицын Р.И., Туев П.В., Лотов К.В., Лазерное кильватерное ускорение в плазменном канале //Квантовая электроника. – 2023. – Т. 53. – №. 2. – С. 176-181.
5. Tuev P. V., Spitsyn R. I., Lotov K. V. Advanced quasistatic approximation //Plasma Physics Reports. – 2023. – Т. 49. – №. 2. – С. 229-238.
6. Gorn A. A., Lotov K. V. Generation of plasma electron halo by a charged particle beam in a low density plasma //Physics of Plasmas. – 2022. – Т. 29. – №. 2., С. 023104.
7. Tuev P. V., Lotov K. V. Attenuation of waveguide modes in narrow metal capillaries //Journal of the Optical Society of America A. – 2021. – Т. 38. – №. 1. – С. 108-114.
8. Tuev P. V., Lotov K. V. Optimization of moderate-power laser pulse interaction with plasmas using quasistatic simulations //47th EPS Conference on Plasma Physics, EPS 2021. – 2021. – С. 541-544.