



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ "РОСАТОМ"

Федеральное государственное унитарное предприятие
"РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР -
Всероссийский научно-исследовательский институт
технической физики имени академика Е.И. Забабахина"
(ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина")

ул. Васильева, 13, а.я. 245, г. Снежинск, Челябинской области, 456770
тел.: (351-46) 3-26-25, 5-43-67, факс: (351-46) 5-22-33, 5-55-66, 3-26-25
телетайп: 124137 SNOW RU, телекс: 124137 SNOW RU
E-mail: oteldou@vniitf.ru

04.03.2016 № 194-020-11/137
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ
им. академ. Е.И. Забабахина»

Железнов Михаил Евгеньевич

2016 г.



Отзыв ведущей организации

на диссертацию Говраса Евгения Александровича «Теоретическое исследование лазерно-инициированного ускорения ионов из нано- и микроструктурированных мишеней», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 — «лазерная физика».

Диссертационная работа посвящена разработке теоретического описания ускорения ионов при взаимодействии ультракоротких мощных лазерных импульсов с веществом.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и одного приложения. Текст изложен на 161 странице, содержит 39 рисунков и 223 библиографические ссылки.

Во введении приведены актуальность темы исследований, обзор литературы по тематике диссертации, научная новизна описанных в диссертации исследований, цели диссертационной работы, описана структура текста с решаемыми задачами, положения, выносимые на защиту, список публикаций автора по теме диссертации, сведения о практической ценности результатов, их апробации и внедрении.

В главе 1 сформулирована задача об ускорении ионов из плазмы, состоящей из электронов, нагретых лазерным импульсом и двух сортов ионов. По сравнению с предыдущими исследованиями полубесконечной плазмы проанализирован разлёт плазмы конечной толщины. Для решения задачи используется система уравнений Больцмана-Власова-Пуассона. Контроль аналитического решения этой системы уравнений выполняется с использованием одномерного PIC кода. Такой комплексный подход повышает доверие к полученным результатам. Рассмотрены

нелинейные явления взаимодействия волн зарядовой плотности и возникновение сингулярности ионного фронта.

В главе 2 представлен обзор литературы по ускорению ионов при разлёте плазмы в вакуум. С учётом существующих работ теоретически решена задача о разлёте в вакуум плазменного слоя конечной толщины. Предполагается, что электроны имеют температуру и описываются больцмановским распределением. В отличие от работ других авторов температура может быть произвольной.

В 3-й главе продолжены работы второй главы для случая облучения сверхтонкой фольги мощным фемтосекундным лазерным импульсом – при кулоновском взрыве мишени. Сделано предположение, что ионы могут быть двух сортов – лёгкие и тяжёлые, и что они равномерно распределены внутри мишени. Получена зависимость энергетического спектра лёгких ионов для состава мишени, который определяется зарядово-массовым кинематическим параметром и относительным зарядом примеси. Определены оптимальные условия для получения пучка ионов с малым энергетическим разбросом вблизи максимума энергетического спектра.

В главе 4, которая также является логическим продолжением главы 3, рассмотрены случаи распределения лёгкой компоненты в двухкомпонентной мишени. Показано, что однородное распределение лучше по сравнению со слоистым распределением с точки зрения получения максимального заряда ионов вблизи максимума энергии. Это рассмотрение выполнено для кулоновского взрыва.

В заключении изложены основные выводы и результаты, полученные в диссертационной работе. Обобщены результаты, как спектр ионов зависит от длительности и интенсивности лазерного импульса и характеристик мишени – кинематического параметра, заряда примеси, пространственного расположения мишени, температуры электронов.

В приложении описана численная схема для системы уравнений Больцмана-Власова-Пуассона методом частиц–в–ячейке: вычислительная сетка, аппроксимация уравнения Пуассона, способ решения уравнения движения ионов и алгоритм расчёта.

В качестве наиболее ярких новых научных результатов работы можно выделить следующие: 1) получение функциональной зависимости максимальной энергии ионов от пятна фокусировки и длительности лазерного импульса при фиксированной энергетике лазера. Такие зависимости позволяют выбирать наиболее оптимальный путь достижения максимальной энергии ионов, не перебирая по очереди диапазон диаметров фокусировки и длительностей импульса

с помощью вычислительного или натурального эксперимента; 2) обоснование, что однородные мишени более эффективны по сравнению с мишенями с напылением или глубокой имплантацией; 3) вывод аналитических выражений для кулоновского взрыва мишени, что позволяет верифицировать результаты численного моделирования.

Достоверность результатов новых научных исследований диссертанта не вызывает сомнений, так как для их получения были использованы строгие последовательные методы теоретической, математической и вычислительной физики. Также достоверность и новизна результатов подтверждается публикациями в авторитетных научных рецензируемых изданиях. Сама диссертация представляет собой завершённую работу, состоящую из решения логически связанных между собой задач.

Результаты диссертации могут быть использованы при планировании и сопровождении экспериментов на современных лазерных установках мультитераваттной и петаваттной мощности.

Диссертация написана хорошим литературным языком, качественно оформлена.

По тексту диссертационной работы можно сделать ряд замечаний.

- 1) Не сделаны оценки роли магнитных полей. Эти поля могут возникать из-за неоднородностей плотностей токов быстрых частиц внутри мишени, например, при переходе от плоского разлёта к сферическому, из-за обратных токов, неколлинеарности градиента интенсивности лазерного импульса и градиента электронной плотности, термоэдс возле критической плотности и других механизмов. Возможно, магнитная энергия окажется малой, но желательно определить ее величину.
- 2) В предположении о больцмановском распределении из-за экспоненциальной формы распределения по энергиям часть электронов будет находиться на хвосте функции распределения. При численной реализации в силу дискретной природы наиболее энергетические частицы описываются неточно. Ошибки на каждом временном шаге могут суммироваться и привести к неправильному определению величины энергии или нагреву вакуума. Нужна оценка ошибки аппроксимации.
- 3) При выводе решения уравнения Пуассона (уравнение 2.11 на странице 49) не сразу понятно, какими слагаемыми в системе (2.1, страница 47) можно пренебречь. Желателен более подробный вывод с промежуточными выкладками.

Отмеченные недостатки, однако, носят частный характер и не снижают общей высокой оценки диссертации. Результаты, полученные в диссертации, достаточно полно обосновывают научные положения, вынесенные на защиту. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации. Основные результаты опубликованы в 7 научных статьях в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Диссертационная работа «Теоретическое исследование лазерно-инициированного ускорения ионов из нано- и микроструктурированных мишеней» является завершенной научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к работам на соискание научной степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Говрас Евгений Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 — «лазерная физика».

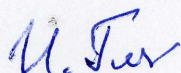
Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Говраса Евгения Александровича был рассмотрен и утвержден на заседании НТС НТО-2 РФЯЦ-ВНИИТФ, протокол 192 от 16.02.2016 г.

Отзыв подготовил

к.ф.-м.н., начальник лаборатории 204 НТО-2

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»



/Глазырин Игорь Валерьевич/

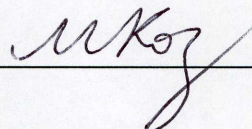
Федеральное Государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр—Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина»

г. Снежинск Челябинской обл., 456770, ул. Васильева, д. 13

(351-46) 5-47-30, e-mail: i.v.glazyrin@vniitf.ru

Председатель НТС НТО-2, д.ф.-м.н.

Михаил Юрьевич Козманов



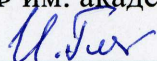
Список

публикаций ведущей организации, опубликованных за последние годы по теме диссертации Говраса Евгения Александровича «Теоретическое исследование лазерно-инициированного ускорения ионов из нано- и микроструктурированных мишеней», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 — «лазерная физика»:

1. A.G.Mordovanakis, J.Easter, G.Mourou, I.V.Glazyrin, W. Rozmus et al, Quasimonoenergetic Electron Beams with Relativistic Energies and Ultrashort Duration from Laser-Solid Interactions at 0.5 kHz, PRL 103, 235001 (2009).
2. C. McGuffey, A.G.R. Thomas, W. Schumaker, T. Matsuoka, V. Chvykov, F.J. Dollar, G. Kalintchenko, V. Yanovsky, A. Maksimchuk, K. Krushelnick, V.Yu. Bychenkov, I.V. Glazyrin, and A.V. Karpeev. "Ionization induced trapping in a laser wakefield accelerator", Physical Review Letters, 104, 025004 (2010).
3. V.Yu.Bychenkov, W. Schumaker, I.V.Glazyrin et al., Effects of Ionization and Laser-plasma Interaction in a Laser WakeField, AIP Conference Proceedings 1299, 144-149 (2010).
4. I.V.Glazyrin, A.V.Karpeev, V.Yu.Bychenkov, R.Fedosejevs et al., Ionization-assisted relativistic electron generation with monoenergetic features from laser thin foil interaction, AIP Conference Proceedings, 1465, 121-127 (2012).
5. I.V.Glazyrin, A.V.Karpeev, O.G.Kotova, K.S.Nazarov, V.Yu.Bychenkov, Laser vacuum acceleration of a relativistic electron bunch, Quantum Electronics, 45, 551-555, (2015).

к.ф.-м.н., начальник лаборатории

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»



/ Глазырин Игорь Валерьевич/

Федеральное Государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр—Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина»

г. Снежинск Челябинской обл., 456770, ул. Васильева, д. 13

(351-46) 5-47-30, e-mail: i.v.glazyrin@vniitf.ru

Председатель НТС НТО-2, д.ф.-м.н.

Михаил Юрьевич Козманов

