

ОТЗЫВ

на автореферат Серебрякова Дмитрия Андреевича
«Динамика электронных структур и генерация фотонов высоких энергий при
взаимодействии интенсивного лазерного излучения с закритической плазмой»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности
01.04.08 — физика плазмы

Диссертационная работа Д. А. Серебрякова посвящена изучению различных режимов взаимодействия лазерных импульсов высокой и сверхвысокой интенсивности с твердотельными мишенями. В работе выполнен теоретический и численный анализ различных конфигураций взаимодействия лазерного излучения с плоскими и микроструктурированными мишенями с целью повышения эффективности ускорения электронов и генерации синхротронного гамма-излучения. Рассматриваемая тема является актуальной в связи с активным развитием в последнее десятилетие технологий создания фемтосекундных лазеров субпетаваттного и петаваттного уровня мощности, в том числе в России. Лазерные источники ускоренных электронных пучков и гамма-излучения являются перспективной технологией по сравнению с распространенными источниками, использующие масштабные электронные ускорители.

В диссертации результаты численного моделирования на основе модели «релятивистской электронной пружины», с учетом силы реакции излучения, которая становится существенной при интенсивностях электромагнитного поля порядка 10^{22} – 10^{23} Вт/см² сравниваются с результатами трехмерного численного моделирования. Такой подход позволил автору определить области применимости обоих методов моделирования, провести сравнительные вычисления диаграммы направленности гамма квантов. Показано, что положения максимумов диаграммы направленности в целом хорошо описываются моделью, а их форма оказывается в моделировании несколько размытой относительно модели из-за наличия разброса направлений скорости приповерхностных электронов.

Автором представлено много новых интересных результатов, среди которых можно отметить следующие.

Продемонстрировано увеличение эффективности генерации гамма-фотонов в численном моделировании при наклонном падении лазерного импульса, и определены оптимальные концентрация плазмы и угол падения лазерного импульса. Исследовано влияние наличия предплазмы с линейным градиентом концентрации на эффективность генерации гамма-лучей, и найден оптимальный пространственный масштаб градиента (для максимальной эффективности генерации излучения).

Результаты полномасштабного трехмерного PIC-моделирования показывают, что при скользящем падении лазерного импульса на мишень электроны могут захватываться в приповерхностную структуру поля непосредственно с поверхности (или из предплазмы), а нелинейные эффекты не приводят к уменьшению эффективности ускорения электронов при росте лазерной интенсивности. Продемонстрировано, что при уменьшении угла падения лазерного импульса эффективность генерации гамма-квантов растет, а источник синхротронных фотонов в данном режиме является сильно коллимированным, что полезно для практических приложений.

Исследовано влияние наличия периодических микроструктур на поверхности на ускорение электронов и генерацию гамма-квантов. В частности, детально исследована методика ускорения электронов в периодической твердотельной структуре с бороздками на поверхности, с периодом структуры, равным периоду лазерной волны, определены оптимальные ширина, высота элементов микроструктуры и ее период.

Большая часть результатов, представленных в диссертации, опубликована в 6 научных статьях в журналах, входящих в индексы цитирования Web of Science и Scopus (Plasma Physics and Controlled Fusion, Physics of Plasmas, Квантовая электроника, Письма в ЖЭТФ), что подтверждает высокий уровень проделанной исследовательской работы. Проведена апробация результатов на более чем 10 российских и зарубежных конференциях. Текст автореферата ясно и последовательно изложен, а также хорошо проиллюстрирован.

В качестве вопросов и замечаний к автореферату можно отметить следующее.

1. В главе 2 рассматривается генерация синхротронного излучения на поверхности плазмы, облучаемой линейно-поляризованным лазерным импульсом. Однако известно, что в данном режиме существенным является процесс генерации высоких гармоник лазерного излучения с поверхности, которые также забирают некоторую часть энергии лазерного импульса. В связи с этим возникает вопрос, учитывается ли генерация гармоник в модели.

2. Отсутствие в автореферате спектральных характеристик генерируемого синхротронного излучения в сверхрелятивистском режиме, особенно для гамма излучения, затрудняет сравнение особенностей его генерации при разных углах падения лазерного излучения на мишень.

3. Рис. 2 достаточно сложен для восприятия, так как координата x на графиках находится на вертикальной оси, а величина d , соответствующая координате y (что видно из соотношения d/λ_y) — на горизонтальной. Для улучшения восприятия логично было бы поменять местами эти оси на графиках.

Однако должен заметить, что отмеченные недостатки не являются существенными и не снижают общий уровень работы.

Таким образом, на основании представленного автореферата, можно сделать вывод, что работа выполнена на высоком научном уровне и соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы.

Отзыв составил:

Трунов Владимир Иванович

Зав. лаб. физики лазеров сверхкоротких импульсов ИЛФ СО РАН

к.ф.-м.н. по специальности 01.04.03 – радиопизика, включая квантовую радиопизику

тел. +7-913-739-74-73 электронная почта: trunov@laser.nsc.ru

Отзыв Трунова В.И.
Ученый секретарь ИЛФ СО РАН,

к.ф.-м.н., Покасов П.В.

630090, Россия, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 15Б, (383) 330-89-21,
pokasov@laser.nsc.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лазерной физики СО РАН, 630090, Россия, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 15Б, (383) 333-24-89, 330-61-10, info@laser.nsc.ru, <http://www.laser.nsc.ru>



[Signature] В.И.Трунов