

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Д.А. Серебрякова
«Динамика электронных структур и генерация фотонов высоких энергий при взаимодействии
интенсивного лазерного излучения с закритической плазмой»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Диссертационная работа Серебрякова Дмитрия Андреевича посвящена исследованию нелинейной динамики электронов и генерации высокоэнергетических фотонов при взаимодействии лазерных импульсов релятивистской интенсивности с плазменными мишенями закритической плотности и различной конфигурации, включая плоские мишени однородной плотности, мишени с градиентом концентрации плазмы и микроструктурированные мишени. Исследование ускорения электронов и генерации гамма-излучения при лазерно-твердотельном взаимодействии в настоящее время приобретает большую актуальность, поскольку в ближайшие годы планируется ввод в эксплуатацию новых лазерных установок мультипетаваттного уровня (в частности, ELI, APOLLON-10PW) и становится возможным экспериментально исследовать взаимодействие лазерного излучения с веществом в новых режимах. Кроме этого, в современных электронных ускорителях актуальна задача получения электронных пучков с высокой энергией и большим зарядом для инъекции в ускоряющее поле, и релятивистское лазерно-твердотельное взаимодействие является перспективным методом генерации подобных пучков.

Диссертационная работа содержит несколько новых результатов, в частности, разработана модель генерации синхротронных фотонов при динамике электронного слоя на границе плазмы, облучаемой лазерным импульсом, в режиме «релятивистской пружины»; найден оптимальный угол падения лазерного импульса с точки зрения эффективности генерации гамма-квантов в зависимости от концентрации однородной плазмы и от пространственного масштаба неоднородности плазмы, имеющей градиент концентрации; разработана модель динамики электронов в приповерхностной структуре поля в режиме скользящего падения лазерного импульса на плоскую мишень, теоретически показана устойчивость процесса ускорения при релятивистской амплитуде лазерного поля, и показана возможность реализации механизма ускорения, описанного в модели, в численном моделировании; найдена оптимальная концентрация предплазмы с точки зрения максимального заряда и энергии ускоренного электронного пучка в режиме скользящего падения лазерного импульса; определен критерий захвата и ускорения электронов в зависимости от начальной энергии и фазы электронов в периодической структуре поля при взаимодействии лазерного импульса с твердотельной мишенью, имеющей периодические микроструктуры прямоугольного профиля на поверхности, а также показана возможность реализации данного процесса в трехмерном численном моделировании; определены оптимальные пространственные размеры поверхностных микроструктур для эффективной генерации гамма-квантов при взаимодействии релятивистского лазерного импульса со структурированной мишенью.

Достоверность полученных результатов обосновывается хорошим согласием разработанных теоретических моделей и проведенных оценок с трехмерным численным моделированием методом частиц в ячейках, а также с результатами, полученными другими группами (теоретически и экспериментально). Результаты обладают высокой практической значимостью, поскольку могут быть применены при получении высокоэнергетических электронных пучков с большим зарядом для неразрушающей диагностики, исследования материалов, эффективной генерации тормозного рентгеновского излучения и др. Также полученные результаты могут быть использованы при разработке источников гамма-излучения высокой яркости с контролируемыми свойствами для целей медицины, детектирования опасных грузов, ядерной физики и т. д. Разработанные теоретические модели могут быть применены при анализе результатов численного моделирования различных режимов лазерно-плазменного взаимодействия.

Диссертационная работа Серебрякова Д. А. выполнена на высоком научном уровне, соответствует ведущим мировым исследованиям в данной области, соответствует критериям научной корректности результатов (в частности, результаты, полученные с помощью

разработанных теоретических моделей, хорошо согласуются с полномасштабным трехмерным численным моделированием), а также в целом качественно изложена и проиллюстрирована.

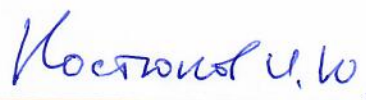
По моему мнению, Серебряков Д. А. за время своей работы охарактеризовал себя как самостоятельный исследователь, способный ставить задачи, имеющие высокую научную значимость, и успешно решать их с применением как математического аппарата теоретической физики, так и методов численного моделирования. Серебряков Д. А. продемонстрировал хорошие навыки самостоятельной работы с литературой и способность к широкому охвату существующих знаний в исследуемой области. Серебряков Д. А. подготовил и опубликовал в ведущих журналах 6 статей, относящихся к теме диссертации, а также 3 статьи по другим темам. Кроме этого, Серебряков Д. А. многократно и успешно представлял результаты своей работы на российских и зарубежных конференциях (в том числе в Германии, Португалии, Бельгии, США). В 2017 г. Серебряков Д. А. был награжден почетной грамотой конкурса молодых ученых ИПФ РАН, на который была представлена одна из задач настоящей работы.

Д.А. Серебряков является руководителем гранта РФФИ для молодых ученых, становился призером Конкурса работ молодых ученых ИПФ РАН и лауреатом стипендий им. акад. Г.А. Разуваева. Следует отметить, что Д.А. Серебряковым получены важные результаты, не вошедшие в диссертационную работу и опубликованные в высокорейтинговых журналах The Astrophysical Journal, Plasma Physics and Controlled Fusion. В целом Д.А. Серебряков является квалифицированным научным сотрудником, ведущим активную исследовательскую деятельность.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная Д.А. Серебряковым диссертационная работа «Динамика электронных структур и генерация фотонов высоких энергий при взаимодействии интенсивного лазерного излучения с закритической плазмой» соответствует выбранной специальности 01.04.08 – «физика плазмы», а Д.А. Серебряков заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:
зав. отд. 330 ИПФ РАН,
д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН


(подпись)


(расшифровка подписи)
«20» 09 2019 г.

«Подпись Костюкова Игоря Юрьевича заверяю»
Ученый секретарь ИПФ РАН




(подпись)

И.В. Корюкин
(расшифровка подписи)