

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу А.А. Голованова
«Сильно нелинейные кильватерные ускоряющие структуры в неоднородной плазме»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Диссертационная работа А.А. Голованова посвящена плазменным методам ускорения, использование которых для создания компактных ускорителей частиц и источников излучения в труднодоступных диапазонах спектра активно изучается в последние десятилетия. Одним из основных методов улучшения свойств и контроля параметров плазменных ускорителей является использование плазмы с неоднородностью, в частности каналов в плазме, а также различных продольных градиентов концентрации. При этом в большей части теоретических работ в этой области рассматривается только однородная плазма.

В ходе исследования А.А. Головановым впервые была предложена теоретическая модель плазменной кильватерной волны в сильно нелинейном режиме в плазме поперечной неоднородностью, позволяющая достоверно описывать форму образующейся в данном режиме плазменной полости, а также распределение компонент электромагнитного поля в пространстве. Были рассмотрены важные эффекты, связанные с движением ускоряемых электронов в плазменной полости с полым каналом: нагрузка плазменной полости ускоряемым сгустком, бетатронные колебания электронов и связанное с ними бетатронное излучение. В частности, была продемонстрирована возможность ускорения электронного сгустка в однородном электрическом поле за счет подбора продольного профиля заряда сгустка. Также впервые была разработана модель плазменной полости в двумерном пространстве, позволяющая описать отличия в структуре кильватерной волны, наблюдаемые при проведении двумерного численного моделирования по сравнению с трехмерным. Кроме того, в рамках исследования были рассчитаны параметры ускоренных электронных сгустков, генерируемых лазерным импульсом с параметрами, соответствующими установке PEARL, в газовых ячейках с различными концентрациями. Расчет проводился путем численного моделирования лазерно-плазменного взаимодействия методом «частиц в ячейках», при этом профиль плазмы рассчитывался при помощи гидродинамического моделирования течения газа в газовой ячейке с использованием пакета OpenFOAM.

Исследование А.А. Голованова опирается на известные теоретические модели, широко используемые в физике плазмы, а также на ряд достоверных математических методов. Разработанные теоретические модели были подтверждены при помощи сравнения с результатами полномасштабного трехмерного численного моделирования методом «частиц в ячейках», основывающегося на базовых физических принципах: уравнениях Максвелла и релятивистских уравнениях движения.

Разработанные А.А. Головановым теоретические модели являются достаточно общими и применимыми к плазме с произвольным поперечным профилем. Они могут быть использованы при интерпретации результатов численных расчетов и экспериментов по плазменному ускорению в плазме с неоднородностью, а также для создания источников излучения на основе плазменных ускорителей. Кроме того, полученные в ходе исследований результаты были использованы для разработки газовой ячейки для проведения экспериментов по лазерно-плазменному ускорению на лазерном комплексе PEARL в ИПФ РАН, а также для анализа экспериментальных данных.

При выполнении работы А.А. Голованов продемонстрировал высокую работоспособность, достаточно развитую физическую интуицию и эрудицию, владение методами математического анализа и численного моделирования на высокопроизводительных компьютерных системах. В ходе выполнения данной работы А.А. Голованов разобрался с физическими принципами плазменных ускорителей, самостоятельно провел анализ современной литературы в данной области. Результаты исследований были представлены на конференциях всероссийского, а также международного уровня в России, Италии, США, Греции. Также по результатам было

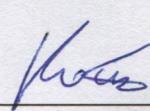
опубликовано 10 статей в изданиях, индексируемых в Web of Science, в том числе одном из ведущих мировых журналов по физике плазмы Physics of Plasmas.

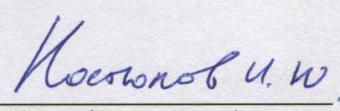
А.А. Голованов является руководителем гранта РФФИ для молодых ученых, неоднократно становился призером Конкурса работ молодых ученых ИПФ РАН и лауреатом стипендий им. акад. Г.А. Разуваева и Президента РФ. Следует отметить, что А.А. Головановым получены важные результаты, не вошедшие в диссертационную работу и опубликованные в высокорейтинговых журналах Physical Review A, Physical Review Letters (2 статьи), NIMA и др. В целом А.А. Голованов является квалифицированным научным сотрудником, ведущим активную исследовательскую деятельность.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная А.А. Головановым диссертационная работа «Сильно нелинейные кильватерные ускоряющие структуры в неоднородной плазме» соответствует выбранной специальности 01.04.08 – «физика плазмы», а А.А. Голованов 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)

«19» 09 2019 г.

«Подпись Костюкова Игоря

Юрьевича заверяю»

Ученый секретарь ИПФ РАН


(подпись)

И.В. Корюкин

(расшифровка подписи)