

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Голованова Антона Александровича
«Сильно нелинейные кильватерные ускоряющие структуры в неоднородной плазме»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.08 — физика плазмы

Согласно информации, представленной в автореферате, диссертационная работа А. А. Голованова посвящена исследованию ускорения электронов в нелинейной плазменной волне, возбуждаемой лазерным импульсом или высокоэнергетическим электронным сгустком. В работе широко применяются как теоретический аппарат, так и методы компьютерного моделирования.

В диссертационной работе происходит многостороннее исследование достаточно интересного эффекта — возникновения плазменной полости (так называемого «баббла») при распространении лазерного импульса с околорелятивистской амплитудой в плазме с неоднородностью. Данный режим был открыт А. Пуховым в 2002 г. с помощью численного моделирования с использованием распространенного в настоящее время метода «частиц в ячейках» (particle-in-cell, PIC). Особенностью данного режима является возможность ускорения электронов, находящихся внутри плазменной полости, сильным продольным полем в полости на сравнительно длинных трассах (порядка миллиметров и более). Также известно, что плазменная полость, в которой возможно эффективное ускорение электронов, может возникать при распространении высокоэнергетического электронного сгустка («драйвера») в плазме. Возможность ускорения электронов в режиме плазменной полости до энергий вплоть до нескольких ГэВ была также продемонстрирована экспериментально.

Среди результатов, полученных в работе, можно отметить следующее.

1. На основе модели, описывающей форму плазменной полости в плазме с радиальным профилем, была разработана теоретическая модель полей внутри и снаружи плазменной полости. Также было проведено сравнение результатов, полученных с помощью модели, с результатами трехмерного численного PIC-моделирования, и показано очень хорошее совпадение распределений полей.
2. Был рассмотрен процесс передачи энергии электронного сгустка-«драйвера» ускоряемым электронам в случае неоднородного профиля заряда ускоряемого сгустка. В частности, найден профиль ускоряемого сгустка, обеспечивающий однородность ускоряющего поля, что в большинстве случаев является желательным в экспериментах.
3. В задаче исследования излучения электронов, испытывающих бетатронные колебания в плазме с полым каналом, найдена зависимость вида спектра бетатронного излучения от соотношения между амплитудой колебаний и диаметром канала; показано, что при росте диаметра плазменного канала энергия жестких фотонов возрастает, что делает бетатронный источник, использующий плазменный канал, более востребованным для многих приложений.
4. Проведена работа по оптимизации параметров газовой ячейки, используемой в экспериментах на лазерной установке в ИПФ РАН, а также рассчитан профиль газа, возникающий в условиях эксперимента. Несмотря на то, что оптимизация проведена в двумерной геометрии, принципиально трехмерных и при этом существенных эффектов в данной задаче вряд ли можно ожидать и поэтому можно рассчитывать на достаточно хорошее описание профиля газа результатами данного моделирования.

Выполненные в диссертационной работе разработка новых, а также обобщение развитых ранее моделей обладают несомненной теоретической значимостью. Кроме того, проведена численная оптимизация параметров газовой ячейки для экспериментов по лазерно-плазменному ускорению, что, несомненно, значимо для практических приложений.

Достоверность полученных результатов обусловлена использованием известных физических моделей при изучении взаимодействия мощного электромагнитного излучения с плазмой, а также сопоставлением полученных результатов с численными расчётами, проведёнными с помощью PIC-моделирования.

Изложение материала работы выполнено на высоком научном уровне, текст работы написан понятным языком, исследуемые эффекты и явления описаны доступно и понятно. Стоит отметить достаточно высокое качество оформления автореферата диссертации и в особенности иллюстраций. Существенных замечаний к автореферату не имеется, однако не совсем понятно, насколько эффект увеличения частоты бетатронного излучения в случае плазменного канала может быть наблюдаем в экспериментах (с точки зрения как реалистичности изготовления канала с требуемыми характеристиками, так и возможности распространения «драйвера» по оси канала). Также во внутритекстовой формуле, расположенной сразу после формулы (2), в качестве параметра функции S указана «немая» величина r (хотя, вероятно, ожидается r_b). Тем не менее, безусловно, общая оценка автореферата А. А. Голованова является положительной.

Основные результаты работы опубликованы в 17 научных работах, в том числе в 2 международных журналах и 2 центральных российских журналах, входящих в международные индексы цитирования Web of Science и Scopus, а также трудах и сборниках тезисов докладов международных и российских научных конференций.

Таким образом, можно сделать вывод, что работа А. А. Голованова соответствует всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 — физика плазмы.

Профессор кафедры теплофизики МГТУ им. Н.Э. Баумана
доктор физико-математических наук

Кузенов В. В.

Адрес: г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».

эл. почта: vik.kuzenov@gmail.com

тел.: +79166325046

Я, Кузенов Виктор Витальевич, выражаю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

8 ноября 2019 г.



В Е Р Н О

Заместитель начальника Управления кадров

МГТУ им. Н.Э. Баумана

А. Г. Матвеев