

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д.501.001.31, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», по диссертационной работе Андреева Степана Николаевича, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертация “Моделирование и оптимизация лазерно-плазменных источников корпускулярного и электромагнитного излучения”, в виде рукописи выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук.

Диссертация принята к защите на заседании диссертационного совета Д.501.001.31 от 17 октября 2013 года, протокол № 5пр.

Соискатель Андреев Степан Николаевич, гражданин Российской Федерации, на момент защиты диссертации работает в должности Ученого секретаря Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук. Диплом кандидата физико-математических наук выдан 10 марта 2006 года (решение диссертационного совета Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук от 05 декабря 2005 г №54).

Научный консультант – доктор физико-математических наук Рухадзе Анри Амвросиевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Теоретический отдел, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Крайнов Владимир Павлович, доктор физико-математических наук, профессор, Московский физико-технический институт, профессор; Матафонов Анатолий Петрович, доктор физико-математических наук, ФГУП ЦНИИМаш, заместитель начальника отдела; Урюпин Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, заведующий сектором; ведущая организация ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ, г. Саров (заключение составлено Кочемасовым Геннадием Григорьевичем, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником) дали положительные отзывы о диссертации.

На автореферат диссертации поступили отзывы:

1) отзыв академика РАО, д.ф.-м.н., профессора РГПУ им. А.И.Герцена Кондратьева А.С.;

2) отзыв профессора кафедры МГТУ МИРЭА, д.ф.-м.н. Решетняка С.А.

В отзывах отмечаются высокий научный уровень диссертации, значимость полученных результатов для фундаментальных и прикладных исследований. Замечания и недостатки в отзывах на автореферат отсутствуют.

В дискуссии приняли участие: д.ф.-м.н. А.В. Андреев, д.ф.-м.н. В.В. Шувалов, д.ф.-м.н. В.Т. Платоненко, д.ф.-м.н. В.Н. Задков, д.ф.-м.н. Б.И. Манцызов, д.ф.-м.н. В.М. Гордиенко, д.ф.-м.н. В.П. Кандидов, д.ф.-м.н. А.И. Маймистов, д.ф.-м.н. А.А. Рухадзе, д.ф.-м.н. В.П. Крайнов, д.ф.-м.н. А.П. Матафонов, д.ф.-м.н. С.А. Урюпин.

Основные результаты диссертации опубликованы в 42 научных журналах и изданиях, из которых 29 входят в перечень рецензируемых журналов и изданий.

Основные работы:

1. С.Н. Андреев, Л.А. Кулевский, «Моделирование эффекта генерирования электрического сигнала в воде под действием лазерного излучения», Прикладная физика, 2008. №4. с.30
2. С.Н. Андреев, В.П. Макаров, А.А. Рухадзе, "О движении заряженной частицы в плоской монохроматической электромагнитной волне", Квантовая электроника. 2009. Т. 39. с. 68
3. С.Н. Андреев, В.П. Тараканов, «Ускорение электронов и протонов в сверхсильном лазерном поле: расчеты и модели», Физика плазмы. 2009. Т. 35. с. 1094
4. С.Н. Андреев, С.Г. Гаранин, А.А. Рухадзе, В.П. Тараканов, Б.П. Якутов, "Моделирование генерации гамма-квантов тормозного излучения при облучении тонких металлических пленок сверхинтенсивными фемтосекундными лазерными импульсами", Квантовая электроника. 2010. Т. 40. с. 355
5. С.Н. Андреев, С.Г. Гаранин, А.А. Рухадзе, В.П. Тараканов, Б.П. Якутов, "Моделирование эмиссии нейтронов при облучении мишеней из дейтерированного полиэтилена интенсивными лазерными импульсами", Квантовая электроника. 2011. Т. 41. с. 377
6. С.Н. Андреев, С.Г. Гаранин, Ю.И. Еремеичева, А.А. Рухадзе, В.П. Тараканов, Б.П. Якутов, "Оптимизация выхода нейтронов при сверхинтенсивном лазерном воздействии на мишени из дейтерированного полиэтилена", Квантовая Электроника. 2012. Т. 42. с. 600
7. С.Н. Андреев, Ю.И. Еремеичева, В.П. Тараканов, " Моделирование термоядерных процессов при воздействии интенсивных фемтосекундных лазерных импульсов на тонкопленочные мишени из дейтерида палладия ", Прикладная физика и математика. 2013. Т.1. с. 3

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Фазовый переход жидкость-пар в условиях сильного перегрева при наносекундном лазерном воздействии» защитил в 2005 году в совете при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны расчетно-теоретические модели взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом, в которых учитываются процессы генерации гамма-квантов тормозного излучения ускоренными электронами при их рассеянии на атомных ядрах мишени, многократная полевая ионизация атомов мишени, ядерные и фотоядерные реакции, позволившие выявить качественно новые закономерности исследуемого явления;

- предложен оригинальный подход в теории движения релятивистской заряженной частицы в поле фемтосекундного лазерного импульса, в котором движение частицы представляется в виде суперпозиции дрейфа и колебаний, позволивший получить аналитические выражения для периода колебаний частицы, средних скорости, импульса, энергии частицы, а также действующей на частицу средней силы;

- доказана перспективность использования на практике новых типов мишеней на основе дейтрерированного полиэтилена и дейтерида палладия, позволяющих получить плотности потоков нейтронов на несколько порядков превышающие плотности потоков нейтронных источников не лазерных типов;

- построена теория нового эффекта генерирования электрических сигналов в воде при ее облучении лазерными импульсами инфракрасного диапазона с плотностью энергии ниже порога плазмообразования.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

- доказана справедливость формулы для периода колебаний релятивистской заряженной частицы в плоской монохроматической электромагнитной волне с заданными амплитудой и поляризацией поля и произвольных начальных условий;

- доказано, что движение частицы в волне с медленно меняющейся амплитудой приближенно описывается формулами для движения частицы в монохроматической волне с заменой в них постоянной амплитуды поля на его ам-

плитуду в точке нахождения частицы, и найден критерий применимости данного приближения.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых аналитических и численных методов исследования.

- исследован процесс формирования импульсов нейтронов, образующихся в результате взаимодействия разнонаправленных потоков дейтронов при облучении фемтосекундными лазерными импульсами с интенсивностью $10^{19} - 10^{21}$ Вт/см² слоистых мишеней микронной толщины из дейтерированного полиэтилена.

- исследован процесс формирования импульсов гамма- квантов тормозного излучения при облучении мишени из золота толщиной 0.5 мкм фемтосекундным лазерным импульсом с интенсивностью 10^{21} Вт/см². Показано, что средняя энергия электронов оказывается в десятки раз больше средней энергии генерируемых ими гамма- квантов.

- предложены гипотезы формирования электрических импульсов, возникающих в воде в закрытой кювете при ее облучении лазерными импульсами инфракрасного диапазона с плотностью энергии ниже порога плазмообразования. Показано, что амплитуда электрического импульса, обусловленного термодиффузионным разделением продуктов диссоциации молекул воды при ее лазерном нагреве в отсутствие взрывного вскипания воды не превышает десяти милливольт. В случае возникновения взрывного вскипания воды и формирования в ней паровой полости, напряженность электрического поля в которой в десятки раз больше, чем в окружающей жидкости, амплитуда электрического импульса достигает сотен милливольт.

- проведена модернизация существующего численного РС-кода путем добавления в него блоков моделирования генерации гамма-квантов тормозного излучения, многократной полевой ионизации атомов мишени, ядерных и фото-

ядерных реакций, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что определены пределы и перспективы практического использования теории на практике:

- Найдены пределы применимости адиабатического приближения, в котором получено решение задачи о движении релятивистской заряженной частицы в поле квазимонохроматической электромагнитной волны;

- созданы модели взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом, в которых учитываются процессы генерации гамма-квантов тормозного излучения ускоренными электронами при их рассеянии на атомных ядрах мишени, многократная полевая ионизация атомов мишени, ядерные и фото-ядерные реакции,

- представлены методические рекомендации по оптимизации мишеней из дейтерированного полиэтилена и дейтерида палладия, позволяющие существенно увеличить выход нейтронов;

- Получена аппроксимационная формула, устанавливающая взаимно-однозначное соответствие между средней энергией ускоренных электронов в релятивистской лазерной плазме и средней энергией генерируемых ими гамма-квантов тормозного излучения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- теория построена на известных, проверяемых данных, в том числе для предельных случаев; согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

- теория базируется на обобщении передового опыта исследований релятивистской лазерной плазмы;

- использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

- установлено качественное, а в ряде случаев и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным;

- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации и анализа первичных расчетных данных.

На всех этапах исследований, вошедших в диссертационную работу, соискатель внес определяющий личный вклад, который состоит в осуществлении анализа текущего состояния научной проблемы, постановке задач, разработке расчетных схем, обработке данных численных расчетов, выполнении необходимых аналитических вычислений и интерпретации полученных результатов; в личном участии в апробации результатов исследования, включая выступления на международных конференциях, подготовку и публикацию результатов исследования в высокорейтинговых научных изданиях лично автором или при его непосредственном участии.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии исследований, концептуальности и взаимосвязи выводов, направленных на расширение представлений о физике взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, и принял решение присудить Андрееву Степану Николаевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 докторов по специальности 01.04.21 -Лазерная физика,

участвовавших в заседании, из 20 человек входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного
совета Д.501.001.31

доктор физико-математических наук, профессор

А.В. Андреев

Ученый секретарь диссертационного
совета Д.501.001.31

кандидат физико-математических наук



А.А. Коновко

«20» февраля 2014 года.

М.П.