

В диссертационный совет Д 002.110.02
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Объединенный институт высоких температур РАН,
125412, г. Москва, ул. Ижорская, д.13, стр.2

ОТЗЫВ

официального оппонента Корнеева Филиппа Александровича
на диссертационную работу Быстрого Романа Григорьевича
«Динамика электронов в неидеальной кластерной наноплазме»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы»

Актуальность темы

Описание свойств нагретых нанообъектов является фундаментальной задачей физики плазмы, интересной также для ряда приложений, например, в области создания источников заряженных частиц. Данная проблема находится на пересечении двух разделов: физики наноматериалов и физики взаимодействия высокоинтенсивных потоков энергии с веществом. При этом, в силу специфики рассматриваемой системы, в ней может существенно нарушаться квазинейтральность, чему в диссертационной работе большое внимание. Полученные в результате исследования результаты могут быть полезны для интерпретации экспериментов по определению оптических свойств горячих нанообъектов.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, четырех глав, заключения и библиографии. Общий объем диссертации – 103 страницы, она содержит 20 рисунков. Библиография включает 106 наименований.

Во введении приведены базовые сведения о рассматриваемой системе. Показана актуальность диссертационной работы, аргументирован выбор целей и методов их достижения, определена научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Представлены выносимые на защиту научные положения.

В первой главе содержится краткий литературный обзор по теме диссертации. Дается краткое введение в физику рассматриваемых явлений, краткое описание

используемых методов, в том числе метода молекулярной динамики (МД) и методов анализа результатов компьютерного моделирования.

Вторая глава посвящена описанию созданного программного комплекса для МД моделирования неидеальной плазмы. Обоснован выбор ряда технических решений, например, использования графических ускорителей. На тестовых примерах показано соответствие разработанной программы требованиям используемой математической модели в части производительности и точности.

Третья глава посвящена исследованию оптических свойств нанокластеров. В ней приведена постановка задачи, подробно описаны использованные методы моделирования и представлены результаты для частот и затуханий основных колебательных мод кластера в зависимости от размера и плотности кластера. Получена аналитическая зависимость частоты колебаний от формы электронного профиля и представлено её сравнение с МД результатами. Глава заканчивается обсуждением результатов и обобщениями, полученными на основании предложенного выражения.

Четвертая глава посвящена исследованию термоэлектронной эмиссии из наноплазмы. В ее начале представлен вывод системы дифференциальных уравнений, описывающих величину тока эмиссии и уносимую им энергию. Выводится также простое приближённое выражение, которое связывает начальную и конечную температуру в системе, приводится ее сравнение с результатами МД расчетов. Представлено сравнение результатов модели с экспериментом и обсуждение полученных результатов.

В пятой главе обсуждаются флуктуации давления в неидеальной плазме. Основное внимание уделено точности счёта и некоторым особенностям процедуры вычисления флуктуаций давления в неидеальной плазме. Получены спектры колебаний и представлен их краткий анализ.

В заключении перечислены основные результаты и приведены выводы работы.

Степень обоснованности научных положений, рекомендаций и выводов, полученных соискателем — достаточная.

Достоверность и новизна научных результатов

Достоверность полученных теоретических результатов подтверждается хорошим согласием с данными компьютерного моделирования и результатами экспериментов, представленных в литературе. Результаты моделирования и аналитические зависимости хорошо объясняются предложенными аналитическими зависимостями и согласуются с полученными ранее результатами других авторов. В предельных случаях достигаются

хорошо известные теоретические зависимости. Новизна полученных результатов не вызывает сомнений, цитирование работ других авторов проведено корректно и достаточно полно.

Материалы диссертации опубликованы в 22-х печатных работах, из них 4 статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК, индексируемых базой Web of Science, 2 статьи в сборниках трудов конференций и 16 тезисов докладов.

Практическая значимость работы состоит в развитии представлений об оптических и эмиссионных свойствах наноплазмы, которые могут способствовать созданию новых эффективных и относительно недорогих методов генерации потоков заряженных частиц и/или излучения.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии новых моделей описания нагретой наноплазмы, учитывающих её уникальные свойства.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в следующих организациях: Институт Общей Физики им. А.М. Прохорова РАН, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Объединенный институт высоких температур РАН, на физических факультетах МГУ, СПбГУ, ТРИНИТИ, МФТИ, МИФИ и др.

Оценка содержания и завершенности диссертации

Автореферат отражает содержание диссертации и дает полное представление о ней. Диссертация содержит описание новых научных результатов и методов их получения, обладает достаточной целостностью и завершенностью.

Достоинства и недостатки в оформлении и содержании диссертации

Оформление диссертации отвечает требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации. Все результаты получены автором лично или при его определяющем участии (п.10 «Положения»).

При изучении диссертации у меня возникли следующие вопросы и замечания:

1. В целом в работе недостаточно подробно указаны области параметров, в которых справедливы результаты. В частности, необходимо обсуждение значений температур, при которых рассматриваемая система не является вырожденной (выражения (1.8), (1.9)) при твердотельной концентрации свободных электронов.

Полезно было бы привести характерные параметры лазерного импульса, который может создавать рассматриваемую систему.

2. Интересным представляется вопрос о роли кристаллической решётки и дальнего порядка в исследуемых процессах. Влияет ли наличие дальнего порядка на состояния электронов и можно ли полностью переходить к классическому описанию электронов в этом случае? Какие следует ожидать важные отличия в свойствах металлических и «жидких» кластеров?
3. В разделе 3.4 «Коэффициенты затухания колебаний» имеется следующее утверждение «Полученный в работе коэффициент затухания является совокупностью как частоты столкновений, так и коллективных явлений. Разделение этих эффектов требует дополнительного анализа.» Какого рода анализ имеется в виду? Существует ли возможность разделения эффектов в численном эксперименте?
4. В модели термозмиссии из наноплазмы на мой взгляд, сделано несколько предположений, искусственно ограничивающих область применимости полученного результата, и не подтверждённых конкретными оценками величин. В частности, автор предполагает большую по сравнению с частотой колебания в потенциале кластера частоту электронных столкновений и равновесную функцию распределения.
5. Рисунок 5.1 содержит довольно интересную особенность в спектре мощности флуктуаций плотности. Необходимо обсуждение этой особенности. Является ли она физическим эффектом или численным артефактом?

По тексту автореферата и диссертации имеются следующие замечания:

1. На страницах 51 и 52 диссертации, при описании Рис. 3.3 и 3.4 допущена небрежность, затрудняющая восприятие результатов.
2. В целом и в тексте диссертации, и в тексте автореферата встречается немалое количество опечаток.

Сформулированные выше замечания не снижают общей высокой оценки представленной работы.

О соответствии диссертации и автореферата требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация Быстрого Романа Григорьевича «Динамика электронов в неидеальной кластерной наноплазме» представляет собой законченную научно-квалификационную работу высокого уровня, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9

положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г.,
предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор
заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 01.04.08 – «Физика
плазмы».

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

Кандидат физико-математических наук

по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика»,

доцент Кафедры теоретической ядерной физики

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

115409 г. Москва, Каширское шоссе, дом 31, +74993239377, korneev@theor.mephi.ru

Корнеев Филипп Александрович

ПОДПИСЬ
Корнеев Ф.
ЗАВЕРЯЮ



Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
МИФИ



Михайлова Татьяна Сергеевна