

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Морозова Игоря Владимировича

### СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В НЕИДЕАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОН-ИОННОЙ ПЛАЗМЕ

на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

В диссертационной работе И.В. Морозова разработана новая методика моделирования электрон-ионной плазмы с учетом среднего поля, с помощью которой получены данные о ее продольной проводимости. Им впервые показано совпадение результатов для эффективной частоты столкновений, полученных из расчета продольной и поперечной проводимости неидеальной электрон-ионной плазмы в длинноволновом пределе с помощью молекулярно-динамического моделирования. Получены новые результаты о статической проводимости, а также эффективной частоте столкновений для неидеальной электрон-ионной плазмы в зависимости от частоты возмущающего поля и параметров плазмы. И.В. Морозовым впервые рассмотрено влияние неидеальности плазмы на характеристики двойного электрического слоя вблизи поверхности металла в условиях формирования униполярной вакуумной дуги. Учитывая это влияние, им получены новые данные о распределении заряда и напряженности электрического поля вблизи поверхности металла, а также времени их установления. Предложены полуэмпирические формулы для зависимостей ширины слоя и напряженности электрического поля от средней концентрации электронов. Впервые получены данные о скорости установления равновесного распределения электронов по скоростям, времени установления и пространственном распределении заряда в плазме, образованной под воздействием одиночного многозарядного иона на конденсированную мишень, с учетом эффектов неидеальности. Предложена оригинальная методика исследования колебаний электронов в кластерной наноплазме, в том числе изучения их пространственной структуры на основе пространственно-разрешенной автокорреляционной функции тока. Получены новые данные о частоте и декременте затухания различного типа колебаний электронов в наноплазме. Разработана новая теоретическая модель, описывающая зависимость частоты поверхностных плазмонов от размера кластера с учетом неоднородного распределения электронов в кластерной наноплазме. Впервые проведено исследование применимости метода молекулярной динамики с несколькими волновыми пакетами для описания основного состояния атома водорода и гелия, ионизации атома водорода коротким лазерным импульсом и рассеяния электрона на ионах. Впервые учтены обменно-корреляционные эффекты на основе формализма электронной плотности в методе молекулярной динамики с волновыми пакетами, в частности, для расчета ударной адиабаты дейтерия и изоэнтропического сжатия дейтерия и гелия.

*Замечание:* В четвертой главе описаны исследования динамики электронов в кластерной наноплазме, образующейся в результате облучения наноразмерных кластеров фемтосекундным лазерным импульсом. На стр. 19 автореферата приведена формула (6) для внешней ионизации кластера фемтосекундным лазерным импульсом. Согласно этой формуле заряд кластерного иона пропорционален радиусу кластера. Однако согласно нашей работе: V.P. Krainov, M.B. Smirnov, «Cluster beams in the super-intense femtosecond laser pulse», Physics Reports, **370** (2002), pp. 237 – 331, зависимость заряда кластера от его радиуса при внешней ионизации лазерным импульсом носит более сложный характер.

Это замечание не влияет на общую положительную оценку диссертационной работы. Считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., ред. 01.10.2018г., а ее автор И.В. Морозов достоин присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы.

Профессор кафедры теоретической физики  
Московского физико-технического института  
(национального исследовательского университета),  
адрес: 141701 Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,  
тел.: (495) 408-75-90, e-mail: vpkrainov@mail.ru  
доктор физ.-мат. наук

Крайнов Владимир Павлович

Подпись В.П. Крайнова заверяю

Ученый секретарь Ученого совета МФТИ  
141701 Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,  
тел.: (495) 576-41-77, e-mail: evgeny.evseev@gmail.com  
к.ф.-м.н., доцент



Евсеев Евгений Григорьевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»,  
адрес: 141701, Российская Федерация, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, телефон: (495) 408-45-54, e-mail: info@mipt.ru.