

**Отзыв на автореферат диссертации Морозова Игоря Владимировича
«Столкновительные и релаксационные процессы в неидеальной электрон-
ионной плазме», представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук**

Исследование сред с высокой степенью неидеальности, таких как неидеальный газ и неидеальная плазма, имеет большое теоретическое и прикладное значение. Такие среды возникают при высоких плотностях и давлениях, когда столкновения частиц происходят с рассеянием на большие углы, а приближение парных столкновений не всегда оказывается применимым. В случае неидеальной плазмы создание теоретической модели осложняется дальнедействующим характером кулоновского взаимодействия. Для исследования таких сред широко применяется компьютерное моделирование, причем на первое место здесь выходят методы атомистического моделирования, позволяющие получить параметры столкновительных процессов, необходимые далее для использования методов частиц в ячейке (Particle-in-cell) или гидродинамического подхода.

Диссертация Морозова И.В. посвящена актуальной проблеме создания и применения методов атомистического моделирования для исследования равновесной и неравновесной неидеальной электрон-ионной плазмы. В частности, в работе рассмотрены методы классической молекулярной динамики и молекулярной динамики с волновыми пакетами для моделирования неидеальной плазмы, возникающей в условиях облучения твердотельных и кластерных мишеней фемтосекундными лазерными импульсами, на металлической поверхности в условиях униполярной дуги, при воздействии на конденсированную мишень одиночных многозарядных ионов, при сжатии вещества мощными ударными волнами.

В результате проведенных расчетов Морозовым И.В. получены новые данные о проводимости неидеальной плазмы, скоростях релаксационных процессов, спектре колебаний электронов в кластерной наноплазме, ширине двойного электронного слоя на границе плазмы в условиях униполярной дуги и трека тяжелого иона, термодинамических параметрах плазмы в условиях ударного сжатия. На основе теоретического анализа результатов моделирования сделаны качественные выводы (например, о влиянии электронов плазмы на наблюдаемые рентгеновские спектры, генерируемые в треках тяжелых многозарядных ионов), а также получены количественные оценки и полуэмпирические формулы (скорости релаксации, характерные размеры двойного электронного слоя на границе плазмы, заряд наноразмерных кластеров и др.), пригодные для дальнейшего практического применения.

Следует отдельно отметить, что разработанные методы моделирования, в особенности модифицированный метод молекулярной динамики с волновыми пакетами «МДПВ-ФП», требуют большого объема вычислений и применения

современных суперкомпьютеров. В работе кратко отмечается об эффективности распараллеливания и использовании графических ускорителей для моделирования кластерной наноплазмы и расчета функционала обменно-корреляционного взаимодействия в методе МДПВ-ФП, однако из этого комментария ясно, что автором проведен большой объем работы по созданию параллельных алгоритмов и программ моделирования, а полученные им результаты, по-видимому, не могли быть достигнуты без использования современных вычислительных методов и суперкомпьютерных технологий.

Диссертация Морозова И.В. несомненно представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., ред. 01.10.2018г., а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы.

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дата 21.11.2021

Подпись Клосс / Клосс Юрий Юрьевич

Доктор физико-математических наук, начальник отдела моделирования физических процессов и прикладных технологий, Курчатовский комплекс реабилитации и нераспространения НИЦ «Курчатовский институт»,

Адрес:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»)

123182, Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1.

Тел.: +7 (499) 196-95-16

E-mail: kl@lokip.ru

Подпись сотрудника НИЦ «Курчатовский институт» Клосса Юрия Юрьевича заверяю



Дьякова Ю.А. /

Первый заместитель директора Центра по науке

Адрес:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»)

123182, Россия, г. Москва, пл. Академика Курчатова д.1

Телефон: +7 (499) 196-9539

E-mail: nrcki@nrcki.ru