

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Демьянова Георгия Сергеевича «Эффективный учет дальнего действия в моделировании классических и квантовых кулоновских систем с помощью усредненного по углам потенциала Эвальда», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы

Автореферат диссертации посвящён теоретическому и численному исследованию классических и квантовых зарядовых систем на примере модели однокомпонентной (ОКП) и водородной плазмы. Данные системы относятся к числу первых, которые начали использоваться при теоретическом описании вещества, и имеют длительную историю развития, поэтому актуальность работы не вызывает сомнений. Рассматриваемые в работе модельные системы являются фундаментом для описания конденсированных сред в самых различных физических условиях (от ультрахолодной плазмы до плотных астрофизических объектов). Полученный в работе теоретический результат, связанный с выводом нового аналитического выражения для потенциала взаимодействия свободных зарядов, является фундаментальным и имеет все основания стать классическим.

Структура диссертации, которая состоит из введения, пяти глав и заключения, в полной мере отражена в автореферате. Во введении автором дается общая характеристика области исследований, обосновывается актуальность, формулируются цель и задачи, аргументируется научная новизна работы, показывается практическая значимость результатов, а также приводятся основные положения, выносимые на защиту.

Согласно автореферату, в первой главе диссертации исследуются термодинамические свойства классических нейтральных кулоновских систем. Здесь же получен главный теоретический результат работы: аналитическое выражение для усредненного по углам потенциала Эвальда (УУПЭ).

Вторая глава диссертации, согласно автореферату, посвящена исследованию термодинамических свойств двухкомпонентных зарядовых систем. Выполнено обсуждение псевдопотенциалов водородной плазмы. Получен Кельбг-УУЭ псевдопотенциал, который имеет конечный радиус действия. Приводятся формулы для расчета давления и энергии в системе с учетом и без учета дальнего действия.

В третьей главе диссертации, согласно автореферату, описаны методы моделирования однокомпонентной плазмы и водородной плазмы с помощью методов Монте-Карло (МК) и молекулярной динамики (МД). Особое внимание уделяется использованию УУПЭ в методе МК для вычисления энергии ОКП. В случае водорода метод МК использован вместе с интегралами по траекториям. Представлена оригинальная аппроксимация для анализа зависимости энергии ОКП от числа частиц.

Здесь же представлен кластерный анализ состава водородной плазмы, позволяющий получать равновесный состав и степень ионизации.

Четвертая глава диссертации согласно автореферату посвящена изложению результатов моделирования ОКП методом МК. Подтверждена корректность применения УУПЭ не только к жидкоподобным состояниям, но и к упорядоченным структурам. Показано, что при $\Gamma \geq 10$ учет дальнего действия с помощью УУПЭ значительно ускоряет сходимость энергии по числу частиц. На основе данных МК-моделирования ОКП с количеством частиц до 1 миллиона построены уравнения состояния ОКП.

В пятой главе диссертации, согласно автореферату, приводятся результаты моделирования водородной плазмы методами МК и МД при разных значениях параметров неидеальности и вырождения. Показано, что при $\Gamma \leq 0.01$ применим классический подход на основе метода МК, а при больших значениях требуется использование метода МД, поскольку наблюдается образование устойчивых атомных комплексов. Также исследована сходимость энергии по числу частиц для разных значений параметра неидеальности.

В ходе ознакомления с авторефератом диссертации возник следующий вопрос:

1. Может ли УУПЭ быть использован для получения траекторий частиц (ионов) жидкой ОКП методом МД с последующим корректным расчетом динамического структурного фактора?

Все перечисленные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей значимости диссертационной работы. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы.

Отзыв составил доцент кафедры вычислительной физики и моделирования физических процессов Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета, канд. техн. наук

Файрушин Ильназ Изайлович

12 мая 2026 г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 16

Подпись И.И. Файрушина

