

## ОТЗЫВ

отечественного научного руководителя  
на диссертационную работу Сызганбаевой Сауле Аскарловны  
**«Динамические характеристики и оптические свойства неидеальной  
плазмы в рамках интерполяционного моментного подхода»**,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по  
специальности «6D060400-Физика»

Изучение свойств неидеальной плазмы остается актуальным в современной науке и имеет широкий спектр приложений. Неидеальная плазма представляет собой газ заряженных частиц (ионов и электронов), в котором взаимодействия между частицами не могут быть полностью проигнорированы. Неидеальная плазма играет важную роль в астрофизике и изучении плазмы в космических условиях. Многие астрономические объекты, такие как звезды, аккреционные диски, галактики и планеты, содержат плазму, где неидеальные эффекты имеют существенное значение. Изучение такой плазмы помогает понять процессы, происходящие в этих объектах и объяснить наблюдаемые явления. В наземных условиях плазма используется для нанесения покрытий, модификации поверхностей, синтеза наноматериалов и других процессов. Понимание неидеальной плазмы помогает оптимизировать эти процессы и создавать новые функциональные материалы. А одной из главных причин изучения плотных кулоновских систем является развитие высокоэнергетических экспериментальных устройств, в частности систем инерционного термоядерного синтеза, рабочим телом в которых является именно неидеальная плазма. Понимание свойств плазмы в экстремальных условиях помогает разрабатывать новые методы управления плазмой и реализовывать термоядерный синтез.

Диссертация Сызганбаевой Сауле Аскарловны посвящена исследованию динамических характеристик и оптических свойств плотной неидеальной плазмы в рамках интерполяционного моментного подхода.

В первом разделе диссертации представлен краткий обзор литературы, где приведены сравнения различных теоретических методов изучения свойств неидеальной плазмы, показана актуальность исследований.

Вторая глава посвящена методу моментов в физике плазмы. Метод моментов занимает особое место среди множества теоретических методов, посвященных изучению систем с кулоновским взаимодействием между частицами. Его суть заключается в том, что функция линейного отклика системы параметризуется как дробно-линейное преобразование функции-параметра Неванлинны с определенными математическими свойствами. Коэффициенты преобразования представляют собой ортогональные многочлены, вычисленные по первым сходящимся моментам мнимой части функции отклика. Моменты могут быть рассчитаны независимо, в рамках теории линейной реакции Кубо. Такой самосогласованный подход позволяет реконструировать динамические характеристики физической системы.

В третьей главе показано применение метода моментов к исследованию динамических свойств сильно связанной плазмы. Получены динамические структурные факторы, дисперсия и декремент затухания плазменных волн для различных значений параметров связи, а также показана устойчивость моментного подхода к изменениям в статических данных (статический структурный фактор), являющимися единственными внешними данными самосогласованного интерполяционного моментного подхода, разработанного в работе. Проведены сравнение и анализ полученных результатов с результатами работ других авторов.

В четвертом разделе изложены результаты по изучению энергетических потерь заряженных частиц в электронном газе. В данном разделе настоящей диссертации правила сумм принимаются как должное, а функция потерь системы восстанавливается в рамках метода моментов при дополнительном предположении, что ее вторая производная по частоте обращается в нуль при  $\omega = 0$ . Простое приближение для вклада межэлектронного взаимодействия в четвертый момент функции потерь обеспечивает эффективную и быструю сходящуюся схему расчета тормозной способности электронного газа, которая проверяется по результатам других подходов и данных моделирования.

В пятой главе представлены результаты применения метода моментов для исследований отражательной способности двухкомпонентной плазмы. Показаны, что значения коэффициента отражения и экспериментальные данные качественно хорошо коррелируют друг с другом, причем для больших значений длины волны падающего излучения наблюдается полуколичественное совпадение, особенно для  $p$  – поляризации даже без учета толщины переходного слоя.

Результаты, полученные в данной диссертации, являются важными с точки зрения как фундаментальных научных исследований в области физики плазмы и изучения астрофизических объектов, так и прикладных работ, связанных с созданием установок термоядерного синтеза с инерционным удержанием.

Диссертационная работа Сызганбаевой С.А. выполнена в соответствии с планами фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ в рамках проектов КН МОН РК «Грантовое финансирование научных исследований» по темам: «Прямое определение динамических свойств неидеальной плазмы» (2019-2021 гг., шифр AP05132333); «Динамические свойства кулоновских систем в 2D и 3D геометрии» (2021-2023 гг., шифр AP09260349).

Полученные в настоящей диссертационной работе результаты отражены в соответствующих публикациях Сызганбаевой С.А. По материалам диссертационной работы опубликовано 25 печатных работ: 8 в журналах из перечня КОКСОН МОН РК, 6 статьи в журналах дальнего зарубежья с импакт-фактором, входящих в международный информационный ресурс Web of Science (Clarivate Analytics, США) и Scopus (Elsevier, Нидерланды), 11 работ в материалах отечественных и Международных научных конференций.

Полученные в диссертационной работе результаты являются востребованными в научной сфере и широко цитируются.

За время работы над диссертацией Сауле Аскарвна продемонстрировала отличные знания в области физики плотной плазмы, она имеет склонность к научно-исследовательской работе, является инициатором научных идей, ряд из которых преобразовались в научные статьи.

Считаю, что диссертационная работа Сызганбаевой Сауле Аскарвовны. «Динамические характеристики и оптические свойства неидеальной плазмы в рамках интерполяционного моментного подхода», соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060400-Физика».

Научный руководитель  
д.ф.-м.н., профессор

Ю.В. Архипов

«Ал-Фараби» атындағы қазіргі ғылым қалдрларды  
даярлау және аттестаттау басқармасының басшысы

ЗАБЕРЯЮ

Начальник управления подготовки и  
научных кадров КазНУ им. А.Ф.

Р.Е. Кудайбергенова

