

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу докторанта PhD Еримбетовой Лаззат Тастанбековны на тему: **«Самосогласованная модель физических свойств пылевой плазмы»**, представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060400 – Физика»

Ознакомившись с диссертацией Еримбетовой Лаззат Тастанбековны на тему: «Самосогласованная модель физических свойств пылевой плазмы», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060400 – Физика», рецензент пришел к следующему заключению:

В диссертационной работе Еримбетовой Л.Т. построено самосогласованная модель расчета статических и динамических свойств пылевой плазмы, которая органически включает нахождение заряда пылевых частиц и потенциальной энергии их взаимодействия, а также определение статических и динамических свойств пылевой подсистемы на основе решения интегрального уравнения Орнштейна-Цернике с последующим использованием метода моментов.

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.

На сегодняшний день большой научный интерес исследователей притягивает нелинейная и многокомпонентная среда – плазма с пылевыми частицами твердого тела. Такая среда встречается в различных плазменных установках, а также в космическом пространстве. Наиболее значимыми с практической точки зрения являются исследования пылевых частиц в установках термоядерного синтеза с магнитным удержанием, которые возникают за счет взаимодействия плазменного разряда со стенками и существенно влияют на работу термоядерного реактора. Частицы твердого тела (пылевые частицы), помещенные в область плазменного разряда, приобретают большой электрический заряд, связанный с поглощением заряженных частиц плазмы, то есть электронов и ионов. Поскольку электроны значительно легче и подвижнее ионов, заряд пылевых частиц в обычных условиях становится отрицательным и может достигать десятков тысяч в единицах заряда электрона. Это с одной стороны ведет к возникновению сильного электростатического взаимодействия между пылинками, а с другой стороны к изменению свойств плазмы вблизи их поверхности. Таким образом, для приобретения электрического заряда пылевые частицы должны иметь конечный размер, а представленная диссертация сфокусирована на последовательном его учете в физических свойствах пылевой компоненты. Следует отметить, что работа Еримбетовой Л.Т. выполнена в соответствии с календарными планами фундаментальной научно-исследовательской работы КН МОН РК «Грантовое финансирование научных исследований» по темам: «Исследование свойств пылевой плазмы на основе предлагаемой модели взаимодействия частиц» шифр ИПС-12, 2012-2014 гг.; «Самосогласованная модель статических свойств пылевой плазмы с частицами конечных размеров» шифр ИПС-15, 2015-2017 гг.; «Исследование динамических и оптических свойств плотных кулоновских систем» шифр ИПС-14, 2015-2017 гг.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертации (пп. 127 Правил присуждения ученых степеней)

Итогом работы Еримбетовой Л.Т. по теме диссертации является ряд новых и вполне достоверных научных результатов. Отметим основные из них.

1. Получен эффективный потенциал взаимодействия пылинок, учитывающий конечность размера пылевых частиц в рамках классической электродинамики и теории линейного диэлектрического отклика. Предложенный потенциал учитывает эффект экранировки и конечность размера пылинок, а в предельном случае, когда радиус пылинки стремится к нулю, переходит в широко используемый потенциал Юкавы, что дает возможность использовать модели для точечных частиц.

2. Получено общее уравнения для определения заряда пылевой частицы в рамках метода ограниченного орбитального движения. Подставляя в данное уравнение найденный эффективный потенциал, находится заряд пылевой частицы и анализируется его зависимость от параметров буферной плазмы.

3. При вычислении корреляционных функции использовались уравнение Орнштейна-Цернике в базовом гиперцепном приближении. При малых плотностях упаковки были сделаны сравнения с другими авторами, где показано соответствие с их результатами для точечных частиц.

4. Показано влияние учета изменения заряда пылевых частиц на спектр пыле-акустических волн в сильно связанном режиме. Когда время перезарядки пылевых частиц много меньше частоты распространяющейся волны, это сказывается на процессе распространения пыле-акустических волн, что учитывается в данной диссертационной работе через построенную самосогласованную модель статических свойств пылевой компоненты.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Все результаты, полученные в диссертационной работе Еримбетовой Л.Т., являются новыми и достаточно обоснованными. В работе использованы надежные и хорошо апробированные теоретические методы физики плазмы, в частности теория линейного диэлектрического отклика, метод интегральных уравнений и метод моментов для восстановления динамических характеристик.

Результаты работы неоднократно докладывались на международных научных конференциях ближнего и дальнего зарубежья, активно обсуждались с коллегами на семинарах и конференциях. Они опубликованы в профильных научных журналах с высоким рейтингом, входящих в международные базы данных. Все это свидетельствует об обоснованности и достоверности полученных в диссертационной работе результатов.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации

Результаты, полученные в диссертации Еримбетовой Л.Т. являются новыми и заключаются в следующем:

— в рамках классической электродинамики плазмы разработана модель взаимодействия частиц в пылевой плазме, учитывающая конечность размеров пылинок и явление экранировки поля, что позволяет корректно учитывать граничное условие на поверхности пылевых частиц;

– установлено, что положение первого пика на кривой статического структурного фактора практически не зависит от плотности упаковки пылевых частиц и определяется параметрами связи и экранирования;

– в изотермической сжимаемости сильно связанной пылевой компоненты учтены процессы перезарядки пылевых частиц, что приводит к качественному изменению в поведении спектра пыле-акустических волн даже для пылевых частиц очень малых размеров;

– с помощью метода моментов установлена связь между положениями ротонного минимума и первого максимума на кривой статического структурного фактора.

5. Практическая и теоретическая значимость полученных результатов

Построенная самосогласованная модель корректно описывает равновесные свойства системы и может быть использована для расчёта уравнения состояния, а также корреляционной энергии неидеальной пылевой компоненты, параметры которой соответствуют различным астрофизическим объектам, условиям термоядерного синтеза в пристеночной области токамаков, а также экспериментам на международной космической станции. Динамические структурные факторы и спектры пыле-акустических волн могут использоваться для проведения диагностики самой плазменной среды. Предложенные методы позволяют осуществлять достоверную оценку физических свойств пылевой плазмы. Помимо этого, полученные в работе результаты могут применяться при изучении процессов, происходящих в астрофизических объектах.

6. Замечания и предложения по диссертации:

Диссертация выполнена на достаточно высоком научно-методологическом уровне, однако по содержанию имеются следующие замечания:

1) при выводе потенциала взаимодействия пылевых частиц использовалась линейная теория диэлектрического отклика, однако методы ограниченного орбитального движения и интегральных уравнений являются нелинейными по своей сути;

2) в различных разделах диссертации используются разные безразмерные параметры, что сильно затрудняет понимание. Следовало бы однозначно определить их вначале и после этого последовательно придерживаться;

3) в качестве пожелания хотелось бы отметить, что в диссертации проводится сравнение с результатами компьютерного моделирования для точечных пылевых частиц, однако предложенный вариант потенциала взаимодействия позволяет провести моделирование и для пылевых частиц конечных размеров;

4) диссертации написана ясным языком, но все же содержит стилистические неточности и опечатки.

Упомянутые выше замечания не снижают общий высокий уровень диссертации и не носят принципиальный характер.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Еримбетовой Лаззат Тастанбековны на тему «Самосогласованная модель физических свойств пылевой плазмы», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060400 – Физика», соответствует всем требованиям «Правил присуждения ученых степеней» ККСОН МОН РК как по содержанию, так и по объему, а

соискатель Еримбетова Лаззат Тастанбековна заслуживает присуждения искомой степени по указанной выше специальности.

Рецензент,

Проректор по науке и инновациям

Казахстанско-Британского Технического Университета.

к.ф.-м.н., PhD, профессор

М.Т. Габдуллин

«5» декабря 2019 г.

