# РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу докторанта PhD Машеевой Ранны Уытбаевны на тему: **«Компьютерное моделирование пылевой плазмы во внешнем магнитном поле»**, представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070500 – Математическое и компьютерное моделирование».

Ознакомившись с диссертацией Машеевой Ранны Уытбаевны на тему «Компьютерное моделирование динамики пылевой плазмы во внешнем магнитном поле» представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070500 – Математическое и компьютерное моделирование», рецензент пришел к следующему заключению:

В диссертационной работе Машеевой Р.У. проводится компьютерное моделирование динамики пылевой плазмы на основе методов молекулярной и ланжевеновой динамики.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами фундаментальной научно-исследовательской работы КН МОН РК «Грантовое финансирование научных исследовании» по темам: «Элементарные процессы и оптические свойства плазмы сложного состава инерциального термоядерного синтеза» (2015-2017гг.), «Компьютерное моделирование свойств магнитоактивной плазмы сложного состава» (2015-2017 гг.), «Исследование пыле-звуковых солитонов в магнитоактивной плазме сложного состава» (2018-2020 гг..), Программы целевого финансирования «Исследование фундаментальных проблем физики плазмы и плазмоподобных сред» (2018-2020 гг..), «Разработка и исследование математических моделей, численных методов и комплекса программ комбинаторной оптимизации (на примере задач прямоугольного раскроя)» (2015-2017 гг.), «Исследование и разработка моделей и методики представления и организации знаний с применением онтологического подхода и инструментальных средств Smart-технологии, при реализации образовательных программ и процессов» (2018-2020 гг.), «Разработка информационных технологий и систем для стимулирования устойчивого развития личности как одна из основ развития цифрового Казахстана» (2018-2020 гг.).

**1 Оценка актуальности темы диссертации (соответствие развитию науки и техники, запросам общественной практики).**

В течение ряда последних лет проблеме влияния внешних сил на динамику пылевых частиц уделяется особое мнение. Это связано с тем, что пылевая плазма широко распространена во вселенной, например, в планетарных кольцах, в хвостах комет и межзвёздных облаках. Также, в связи с развитием различных технологических приложений, где встречается пылевая плазма, например, установки управляемого термоядерного синтеза, установки, связанные с процессами горения, плазменными технологиями травления, напыления важным является управление пылевыми частицами, так как они влияют на процессы, происходящие в таких установках.

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

По итогам работы диссертационной работы Машеевой Р.У. по теме «Компьютерное моделирование пылевой плазмы во внешнем магнитном поле» получены следующие результаты:

- Построена математическая модель динамики магнитоактивной пылевой плазмы с учетом силы трения, обусловленной наличием окружающей среды (буферной плазмы). Разработана численная методика решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений на основе схемы Верле для решения динамики пылевой плазмы.

• Установлено влияние режимных параметров (трения, связи, экранировки, и коэффициента магнитного поля) на доминирующие частоты колебания частиц, определено предельное значение коэффициента трения, при котором отсутствует колебание, соответствующее циклотронным колебаниям.

• Численные эксперименты изучения локализации частиц на примере кейгеновых корреляционных функций выявили, первоначальное уменьшение времени локализации частиц, затем ее рост с увеличением параметра магнитного поля. Тогда как расчеты проведенных с варьированием других режимных параметров показывают монотонный рост кейгеновых корреляционных функций.

• Разработан автоматизированный комплекс компьютерных программ, позволяющий проводить исследования магнитоактивной пылевой плазмы с учетом и без учета диссипации в системе.

**3 Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения) выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации** определяется использованием фундаментальных законов сохранения количества движения, энергии системы при построении математических моделей; удовлетворительным согласием полученных результатов с известными экспериментальными и теоретическими данными.

Было показано, что полученные уравнения, численная схема, учитывающей внешнее магнитное поле и силу трения, в предельном случае, когда коэффициент трения стремится к нулю, переходят в уравнения, полученные Спрейтором для случая, когда учитывалось только внешнее магнитное поле. Результаты докладывались в международных научных конференциях дальнего и ближнего зарубежья и были опубликованы в журналах с высоким импакт-фактором. Таким образом, вышеизложенное свидетельствует об обоснованности и достоверности полученных в диссертации результатов.

**4 Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированного в диссертации**

Результаты, полученные в диссертации Машеевой Р.У., являются новыми или дополняют известные:

• Построенная математическая модель динамики пылевой плазмы является обобщением известной, так как в ней дополнительно учитываются силы магнитного поля, и трения.

• Впервые выявлено неоднородная локализация частиц во внешнем однородном магнитном поле. Также, показано, что во внешнем магнитном поле в спектре продольных колебаний пылинок возникают две моды колебаний, при этом амплитуда доминирующей моды постепенно снижается с ростом параметра трения, а мода, соответствующая циклотронным колебаниям, исчезает при параметре трения $\theta > 0.01$.

• Создан новый автоматизированный комплекс компьютерных программ для моделирования и исследования свойств пылевой плазмы.

**5 Практическая и теоретическая значимость полученных результатов**

Полученные диссертантом научные результаты имеют как практическую, так и теоретическую значимость. Модифицированная схема Верле, полученная соискателем с учетом влияния внешнего магнитного поля и диссипации в системе позволяет исследовать динамику магнитоактивной пылевой плазмы с учетом и без учета буферного газа. Разработанный автоматизированный комплекс может быть использован другими учеными для использования в различных практических целях. Результаты, полученные на основе компьютерного моделирования, могут быть использованы для диагностики плазмы в различных установках с плазменными технологиями, например, в установках термоядерного синтеза.

**6 Замечания и предложения по диссертации:**

1.При построении математической модели отсутствует логическая последовательность. Не все переменные указаны последовательно и корректно.

2. Недостаточно подробно изложена численная схема.

**7 Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней:**

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Машеевой Р.У. на тему «Компьютерное моделирование пылевой плазмы во внешнем магнитном поле», представленная на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070500 – Математическое и компьютерное моделирование» соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» ККСОН МОН РК, предъявляемым к работам такого рода, как по содержанию, так и по объему, а соискатель Машеева Р.У. заслуживает присуждения искомой степени по указанной специальности.

Рецензент,
Ведущий научный сотрудник
Института математики и
математического моделирования,
д.ф.-м.н. А.Ж. Найманова

Подпись А.Ж. Найманова заверяю

Директор Института математики
и математического моделирования
член-корреспонденту
НАН РК, д.ф.-м.н. М.А. Садыбеков
«08» ноября 2019 г.