

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН),
член-корреспондент РАН



С.В. Гарнов

«15» ноября

2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»
на диссертационную работу Алексеевской Анастасии Александровны
«Активные броуновские частицы и их структуры в плазме высокочастотного емкостного
разряда»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.3.9 – физика плазмы

Диссертационная работа А.А. Алексеевской посвящена экспериментальному изучению динамики активных броуновских частиц в слабоионизованной плазме. Тема исследования является весьма актуальной поскольку комплексная плазма весьма широко распространена в природе и различных приложениях. Значительный интерес представляет исследование неравновесных структур, возникающих в результате активной броуновской динамики.

Работа обладает **научной новизной** и является **актуальной**. Коллоидная (пылевая) плазма широко распространена в природе. Она может быть обнаружена, например, в планетарных кольцах или вблизи комет, в межзвездных пылегазовых облаках, в припланетной ионосфере Земли и вокруг ее искусственных спутников. Такая плазма с конденсированной фазой может возникать и в различных технологических процессах, а именно, в установках термоядерного синтеза с магнитным удержанием, микроэлектронике, в процессах плазменной сепарации. В коллоидных открытых системах возможно формирование структур активных

коллоидных открытых системах возможно формирование структур активных броуновских частиц. Такие частицы могут найти свое применение как основа композитных материалов с заданными свойствами нового поколения, для транспортировки лекарственных средств, в приложениях микробиологии и коллоидной химии. Таким образом, изучение свойств и методов диагностики пылевой плазмы и разработка способов управления ее пылевой компонентой — актуальное и перспективное направление исследований.

Научная и практическая значимость работы. Вопрос о возникновении упорядоченности в открытых системах, далеких от равновесия — один из важнейших вопросов современного естествознания. Значимость представленных в работе исследований определяется экспериментальными результатами и полученными сведениями об эволюции плазменно-пылевых систем и их свойствах. Полученные в работе данные могут использоваться для изучения явлений самоорганизации и фазовых переходов в открытых диссипативных системах.

Полученные в работе результаты по исследованию динамических плазменно-пылевых структур позволяют глубже понять возникновение и существование различного рода неустойчивостей: автоколебаний, вихревого движения в таких структурах.

Полученные экспериментальные сведения о кинетике самоорганизации в пылевой плазме могут быть полезны для разработки практических методов управления пылевой компонентой в плазме, что может лечь в основу новых методов производства материалов с заданными свойствами и повышению качества различных технологических плазменных процессов.

Результаты, представленные в данной работе, могут найти применение в исследованиях широкого спектра специалистов, в т.ч. занимающихся изучением пылевой плазмы, ее свойств и практических приложений. Представляется целесообразным использование результатов настоящей работы в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Объединенный институт высоких температур РАН», Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт», Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН», Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН» и других научных организациях.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения.

Во введении дается обоснование актуальности данной работы, научной новизны и научной и практической значимости полученных экспериментальных результатов. В данной главе сформулирована цель работы и перечислены основные положения, выносимые на защиту. Приведены сведения об апробации результатов, основных публикациях, структуре и объеме работы.

В первой главе представлена общая информация о коллоидной плазме, ее свойствах и распространении в природе, о фундаментальных исследованиях, о типах газового разряда. Также представлена информация об активном броуновском движении частиц в пылевой плазме, необходимая для понимания содержания диссертационной работы.

Во второй главе подробно описан экспериментальный стенд и средства диагностики для изучения комплексной плазмы. Обоснована методика воздействия на изучаемые частицы при помощи фотофореза. Описана процедура юстировки и видеофиксации динамики частиц, позволяющая анализировать их координаты и скорости.

В третьей главе представлены экспериментальные исследования по изучению квазидвумерных плазменно-пылевых систем в приэлектродной области ВЧ разряда. Изучена динамика малых кластеров, состоящих из частиц с различной степенью металлического покрытия. Проведен анализ фрактальной размерности траектории одиночной частицы. Показано, что зависимость средней кинетической энергии от мощности внешнего источника определяется степенью металлизации и может носить немонотонный характер. Исследовано также формирование течения в квазидвумерной системе под действием лазерного излучения для различных типов частиц.

В четвертой главе представлены результаты исследования динамических и структурных переходов в квазидвумерной системе янус-частиц в ВЧ разряде. Измерены парные корреляционные функции в зависимости от мощности внешнего источника. Исследован характер упорядоченности и определена зависимость числа дефектов двумерного кристалла из активных частиц от мощности внешнего источника.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы.

Апробация, публикации и личный вклад автора. Автором совместно с соавторами опубликовано 5 печатных работ в ведущих зарубежных и российских рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. Материалы диссертации неоднократно докладывались на российских и международных конференциях. Диссертационная работа обобщает результаты, представленные в научных публикациях автора. Все представленные в диссертационной работе результаты получены автором лично или при его непосредственном участии. Автор принимал

участие в подготовке и проведении экспериментальных работ, обработке и анализе результатов, а также во всех совместных обсуждениях результатов и подготовке рукописей к публикации.

Достоверность полученных автором результатов и их новизна не вызывают сомнений. Подробное описание используемых современных экспериментальных методов, освещение возникающих трудностей, ясный стиль изложения способствуют тому, что диссертация оставляет впечатление цельной и законченной работы. В диссертации получен ряд новых интересных результатов, основные результаты работы опубликованы в международных журналах и хорошо известны научной общественности.


Отметим некоторые недостатки диссертационной работы.

- 1) Экспериментально показано, что, меняя мощность разряда и/или давление плазмообразующего газа, можно влиять на радиальное распределение межчастичного расстояния в пылевом монослое и на однородность структуры. В исследовании необходимо было контролировать не только монослойность структуры, но и положение частиц в вертикальной плоскости, это дало бы однозначный ответ об изменении заряда частиц, чего не было сделано в данной работе.
- 2) В представленной диссертации при экспериментальном изучении фазового перехода кристалл-жидкость протяженных квазидвумерных структур, сформированных янус-частицами, не удалось пронаблюдать гексатическую фазу. Тем не менее, для монослойных структур в плазме высокочастотного разряда гексатическая фаза экспериментально уже была обнаружена. Соискателю следует объяснить, как анизотропия в свойствах поверхности частиц может влиять на характер фазового перехода в квазидвумерных системах.
- 3) В работе соискателя было продемонстрировано, что сценарий перехода кристалл-жидкость для кластеров (пооболочечное плавление) отличается от перехода для протяженной системы. Представляется целесообразным предметно изучить влияния размера квазидвумерной системы активных броуновских частиц на реализующийся сценарий перехода.

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. (ред. 07.06.2021 г.), а ее автор Алексеевская Анастасия Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы.

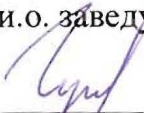
Диссертационная работа была обсуждена и одобрена на заседании № 1597 семинара им. А.А. Рухадзе теоретического отдела Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» 1 ноября 2023 г. Отзыв составлен главным научным сотрудником теоретического отдела ИОФ РАН, доктором физико-математических наук, профессором А.М. Игнатовым.

Главный научный сотрудник теоретического отдела
Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН
доктор физико-математических наук, профессор
«14» ноября 2023 г.


А. М. Игнатов

119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»
Тел.: +7 (499) 135-02-47, e-mail: aign@fpl.gpi.ru

Председатель Ученого совета теоретического отдела ИОФ РАН
доктор физико-математических наук, профессор, и.о. заведующего отделом


Н.Г. Гусейн-заде

119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»
Тел.: +7 (499) 135-02-47, email: ngus@mail.ru

Ученый секретарь Ученого совета теоретического отдела ИОФ РАН
кандидат физико-математических наук, научный сотрудник



Н.Н. Богачев

119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»
Тел.: +7 (499) 135-02-47,

Личные подписи заверяю.

Вр.и.о. ученого секретаря ИОФ РАН




д.ф.-м.н. Глушков В.В.