

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.193.01
(Д 002.110.02), СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 05.10.2022г. № 23

О присуждении Николаеву Владиславу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Динамические свойства и фазовые переходы в неоднородных плазменно-пылевых системах» по специальности 1.3.9 – физика плазмы принята к защите 01.08.2022г., (протокол заседания № 15) диссертационным советом 24.1.193.01 (Д 002.110.02), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, Ижорская ул., д. 13, стр. 2, (495) 485-8345, jih.ru), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 86/нк от 26.01.2022г.

Соискатель Николаев Владислав Сергеевич 1996 года рождения, в 2019 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Работает в должности научного сотрудника лаборатория № 14.1 – теории неидеальной плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

В 2019 году окончил очную магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»).

Диссертация выполнена в лаборатории 14.1 – теории неидеальной плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией 14.1 – теории неидеальной плазмы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук Тимофеев Алексей Владимирович.

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, профессор кафедры Физики неравновесных процессов Физического факультета Новосибирского государственного университета, главный научный сотрудник Лаборатории разреженных газов 4.1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского Отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) Сухинин Геннадий Иванович;

- кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории плазменно-пылевых процессов в космических объектах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) Дубинский Андрей Юльевич

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский

государственный университет» (г. Санкт-Петербург) в своем положительном заключении, составленном профессором кафедры Общей Физики I Физического факультета СПбГУ д.ф.-м.н. Карасевым В.Ю. (утвержденном 12.09.2022г. проректором по научной работе Микушевым С.В.) указала, что научная значимость работы определяется научной новизной по всем направлениям работы. Например, впервые показано, что влияние удерживающей электростатической ловушки приводит к неоднородности динамических характеристик систем заряженных частиц: амплитуды и спектров колебаний частиц, параметров неидеальности и Линдемманна. Предложены аналитические соотношения, описывающие радиальные профили указанных характеристик. Полученные соотношения демонстрируют хорошую применимость к описанию экспериментальных данных и результатов численного моделирования. Дополнительно адаптирован локальный критерий плавления, допускающий применение тогда, когда широко известный параметр Линдемманна дает некорректные результаты. С помощью этого критерия описано два принципиально различных режима плавления плазменно-пылевого монослоя.

Соискатель имеет 45 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 45 работ, из них 35 тезисов в сборниках трудов конференций, 10 работ в рецензируемых научных изданиях:

1. *V.S. Nikolaev, A.V. Timofeev.* Screening length in dusty plasma crystals // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2016. Vol. 774, no. 1. P. 012172.
2. *И.С. Самойлов, В.П. Баев, А.В. Тимофеев, Р.Х. Амиров, А.В. Кириллин, В.С. Николаев, З.В. Бедрань.* Пылевая плазма в тлеющем разряде гелия в диапазоне температур 5--300 К // *ЖЭТФ.* 2017. Т. 151, № 3. С. 582-591.
3. *V.S. Nikolaev, A.V. Timofeev.* Dependence of average inter-particle distance upon the temperature of neutrals in dusty plasma crystals // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2018. Vol. 946, no. 1. P. 012146.
4. *А.В. Тимофеев, В.С. Николаев.* Влияние параметров тлеющего разряда на среднее межчастичное расстояние в плазменно-пылевых структурах в

диапазоне температур от криогенных до комнатной // ЖЭТФ. 2019. Т. 155, № 2. С. 356-370.

5. *V.S. Nikolaev, A.V. Timofeev.* Inhomogeneity of a harmonically confined Yukawa system // *Phys. Plasmas.* 2019. Vol. 26, no. 7. P. 073701.

6. *V.S. Nikolaev, A.V. Timofeev.* Influence of ion shadowing effect on average inter-particle distance in dusty plasma crystals // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2019. Vol. 1147, no. 1. P. 012109.

7. *V.S. Nikolaev, A.V. Timofeev.* Inhomogeneity of a one-dimensional Yukawa system in a trap // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2020. Vol. 1556, no. 1. P. 012077.

8. *А.В. Тимофеев, В.С. Николаев, В. П. Семенов.* Неоднородность структурных и динамических характеристик пылевой плазмы в газовом разряде // ЖЭТФ. 2020. Т. 157, № 1. С. 180-188.

9. *V.S. Nikolaev, A.V. Timofeev.* Nonhomogeneity of phase state in a dusty plasma monolayer with nonreciprocal particle interactions // *Phys. Plasmas.* 2021. Vol. 28, no. 3. P. 033704.

10. *Д.А. Колотинский, В.С. Николаев, А.В. Тимофеев.* Влияние структурной неоднородности и невзаимных эффектов во взаимодействии макрочастиц на динамические свойства плазменно-пылевого монослоя // Письма в ЖЭТФ. 2021. Т. 113, № 9. С. 514-522.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН)** (д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник теоретического отдела Игнатов А.М.) – отзыв положительный, с пожеланием уточнить, как число частиц в системе заряженных частиц влияет на полученные результаты.

2. **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук** (д.ф.-м.н., профессор, заведующий лабораторией плазменно-пылевых процессов в космических объектах Попель С.И.) – отзыв положительный, без замечаний.

3. **Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований»** (к.т.н., старший научный сотрудник отдела физики неидеальной плазмы центра теоретической физики и вычислительной математики Решетняк В.В.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- в автореферате несколько раз упоминается термин «неустойчивость связанных мод», который не является общеизвестным. Из текста автореферата неясно, что имеется в виду;

- В автореферате имеется опечатка в формуле (1) на стр. 9.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- доктор физико-математических наук, профессор Сухинин Г.И. является ведущим ученым в области моделирования плазмы газового разряда в присутствии дополнительной заряженной компоненты в виде пылевых частиц.

1. A.V. Fedoseev, N.A. Demin, M.V. Salnikov, G.I. Sukhinin. Non-local electron kinetics around the cloud of dust particles // Contributions to Plasma Physics, Volume 59, Issue 26, 2019;

2. M. Salnikov, G. Sukhinin. Influence of the Dust Particle Shape on the Wake Formation in a Complex Plasma // IEEE Transactions on Plasma Science, Volume 49, No. 9, pp. 2583-2588, 2021;

3. M. Salnikov, A. Fedoseev, G. Sukhinin. Plasma Parameters around a Chain-Like Structure of Dust Particles in an External Electric Field // Molecules, Volume 26, No. 13, p. 3846, 2021.

- кандидат физико-математических наук Дубинский А.Ю. является признанным и активно публикующимся специалистом в области теоретического описания процессов с участием заряженных пылевых частиц в космических объектах.

1. Yu.S. Reznichenko, A.Yu. Dubinskii, S.I. Popel. On Dusty Plasma Formation in Martian Ionosphere // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1556,

p. 012072, 2020.

2. A.Yu. Dubinskii, S.I. Popel. Water Formation in the Lunar Regolith // Cosmic Research, Volume 57, No. 2, 2019;

3. A.Yu. Dubinskii, S.I. Popel. On a Possible Process for the Formation of Iron Oxide in the Lunar Regolith // Solar System Research, Volume 55, No. 4, 2021.

- ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (г. Санкт-Петербург) является широкопрофильной организацией, специализирующейся на проведении экспериментальных исследований в области физики пылевой плазмы, в том числе под влиянием внешних магнитных полей в тлеющем разряде постоянного тока.

1. A.V. Siasko, Yu.B. Golubovskii, V.Yu. Karasev, About the photoemission of electrons from the surface of a spherical dust particle in gas discharge plasma // Plasma Sources Science and Technology, Volume 30, No. 6, 2021.

2. V.Y. Karasev, E.S. Dzlueva, S.I. Pavlov, L.A. Novikov, S.A. Maiorov. The Rotation of Complex Plasmas in a Stratified Glow Discharge in the Strong Magnetic Field // IEEE Transactions on Plasma Science, Volume 46, No. 4, pp. 727-730, 2018.

3. A. Kartasheva, Yu. Golubovskii, V. Karasev. Dust Particle Charge in a Stratified Glow Discharge // IEEE Transactions on Plasma Science, Volume 46, No. 4, pp. 723-726, 2018.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– получены аналитические соотношения, описывающие радиальный профиль амплитуды тепловых колебаний, параметров Линдемманна и неидеальности в системе сильно экранированных зарядов в параболической ловушке. Показано, что под действием ловушки в такой системе возникает пространственная неоднородность динамических характеристик, в частности, амплитуды тепловых колебаний и параметра Линдемманна;

– при помощи методов численного моделирования для цепочечных, однослойных, трехмерных систем из заряженных частиц в ловушке показано, что помимо амплитуды тепловых колебаний, существенно отличаются и спектры колебаний частиц в различных областях системы. Делается вывод о том, что система должна рассматриваться не как целое, а как совокупность подсистем, обладающих принципиально различными характеристиками. Проведено сравнение теоретических результатов с доступными в литературе экспериментальными данными, из которых следует пространственная неоднородность свойств плазменно-пылевого монослоя;

– показано, под влиянием пространственной неоднородности в системе заряженных частиц могут протекать различные сценарии плавления, в том числе такой, при котором более плотная расплавленная область структуры сосуществует с разреженной упорядоченной. Предложен локальный критерий плавления, сформулированный с использованием параметра флуктуации межчастичного расстояния, он позволяет достаточно точно определить положение фронта плавления в системе. Отдельно рассматривается влияние эффекта ионного фокуса на сценарий плавления плазменно-пылевого монослоя. Описан режим, в котором плотное расплавленное ядро монослоя сосуществует с упорядоченными оболочками.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– проанализировано влияние удерживающей электростатической ловушки на характер пространственного распределения свойств систем из конечного числа заряженных частиц и предложен локальный подход для рассмотрения таких систем вследствие возникающей в них неоднородности;

– выявлено два возможных сценария плавления однослойной структуры из пылевых частиц в плазме газового разряда, в том числе неравновесный сценарий, при котором более плотное ядро системы плавится при более низкой температуре.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что предложен и обоснован новый подход к

анализу экспериментальных данных, заключающийся в расчете характеристик систем заряженных частиц не для всей системы целиком, а для ее отдельных областей в локальном приближении. Этот подход апробирован на экспериментальных данных отечественных и зарубежных коллективов и доказал свою применимость. Результаты работы могут быть использованы в научных и научно-образовательных центрах, а также в организациях, занимающихся разработкой установок для плазменного травления и исследованиями в области физики пылевой плазмы: Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе, Объединенном институте высоких температур, Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт», МГУ им. М.В. Ломоносова, АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», Институте общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ», Физико-энергетическом институте им. А. И. Лейпунского, Московском физико-техническом институте (национальном исследовательском университете).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов подтверждается согласованным сравнением аналитической модели, результатов численного моделирования и экспериментальных данных. Результаты работы многократно представлялись на российских и международных конференциях и хорошо известны научному сообществу.

Личный вклад соискателя состоит в разработке аналитической модели, описывающей неоднородность динамических свойств систем заряженных частиц, проведении расчетов для моделирования таких систем при помощи, в том числе, самостоятельно написанных расчетных кодов, а также сравнении результатов с данными экспериментов. Соискатель является обладателем Медали Российской академии наук для студентов высших учебных заведений в области физико-технических проблем энергетики за работу по теме диссертации в 2018 году.

Апробация результатов исследования проводилась на 35 российских и

международных конференциях и симпозиумах. Основные публикации по выполненной работе также подготовлены при определяющем участии автора.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Николаев Владислав Сергеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

На заседании от 05.10.2022 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития физики плазмы, присудить Николаеву Владиславу Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы.

При проведении тайного голосования Диссертационный совет в количестве 22 человек, из них очно: 4 доктора наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 6 докторов наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, дистанционно: 6 докторов наук по специальности 1.3.9 – физика плазмы и 5 докторов наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 22, против 0, недействительных бюллетеней - 0.

Зам. председателя диссертационного совета 24.1.193.01 (Д 002.110.02)

д.ф.-м.н., профессор

 Храпак А.Г.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.193.01 (Д 002.110.02)

к.ф.-м.н.

 Тимофеев А.В.

05.10.2022 г.

