

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02
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 17.10.2018 протокол № 16

О присуждении Сывратке Роману Александровичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Кулоновские структуры микрочастиц в электродинамических ловушках при атмосферном давлении» в виде рукописи по специальности 01.04.08 – Физика плазмы, принята к защите 27.06.2018г., протокол № 10, диссертационным советом Д 002.110.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр.2, jiht.ru, (495) 485-8345), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.04.2012г. № 105/нк.

Соискатель Сывратка Роман Александрович 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14).

В 2016 году окончил очную аспирантуру ОИВТ РАН.

Диссертация выполнена в Лаборатории № 1.2.1.1 – плазменно-пылевых процессов НИЦ – 1 Федерального государственного бюджетного учреждения

науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Сыроватка Р.А. работает научным сотрудником Лаборатории № 1.2.1.1 – плазменно-пылевых процессов НИЦ – 1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Филинов Владимир Сергеевич, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, НИЦ-1, Лаборатория №1.2.1.1.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, первый заместитель директора отделения центра теоретической физики и вычислительной математики Акционерного общества Государственного научного центра Российской Федерации Троицкого института инновационных и термоядерных исследований (ГНФ РФ ТРИНИТИ, 142190, г. Москва, г. Троицк, ул. Пушкиных, вл. 12, тел.: (495) 841-5776, triniti.ru, e-mail -liner@triniti.ru) Филиппов Анатолий Васильевич.

доктор физико-математических наук, доцент Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждение высшего образования Санкт-Петербургского государственного университета (Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034, (812) 328-9455, spbu.ru, e-mail: spbu@spbu.ru) Карасев Виктор Юрьевич

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (утвержденном директором ФГБУН ИНХС им. А.В. Топчиева РАН д.х.н.,

профессором А.Л. Максимовым), в своем положительном заключении, составленном главным научным сотрудником лаборатории Плазмохимии и физикохимии импульсных процессов ИНХС РАН, доктором физико-математических наук Лебедевым Юрием Анатольевичем, указала что в работе получены следующие результаты:

1. разработан оригинальный метод определения заряда и массы заряженных частиц;
2. осуществлено удержание стабильных кулоновских структур из большого количества пылевых частиц в воздухе при атмосферном давлении с помощью электродинамических ловушек с различной конфигурацией электродов;
3. получены стабильные структуры заряженных частиц в плазме коронного разряда в воздухе при атмосферном давлении в линейной электродинамической ловушке;
4. осуществлено возбуждение уединенных волн плотности в линейной электродинамической ловушке.

Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы для использования в организациях, работающих в области исследования и применения плазменных систем (ИОФ РАН, ИСЭ РАН, МРТИ РАН, ФТИ РАН, ИКИ РАН, ИНХС РАН, МГУ, МГТУ, КНИТУ, СПБГУ, ГНЦ ФЭИ, МИФИ, МФТИ).

Соискатель имеет 8 статей в реферируемых журналах, входящих в список ВАК), получено 2 патента:

Основные работы:

1. Syrovatka R.A., Deputatova L.V., Filinov V.S., Lapitsky D.S., Pecherkin V.Ya., Vasilyak L.M., Vladimirov V.I. Charge and Mass Measurements of a Dust Particle in the Linear Quadrupole Trap // Contrib. Plasma Phys., – 2016. – V. 56, – № 5, – Pp. 419–424.

2. Syrovatka R.A., Vasilyak L.M., Deputatova L.V., Filinov V.S., Lapitsky D.S., Pecherkin V.Ya., Vladimirov V.I. Coulomb Structure with a Large Number of Particles in the Dynamic Trap at Atmospheric Pressure // *Contrib. Plasma Phys.*, – 2016. – V. 56, – № 3-4, – Pp. 321–326.
3. Lapitsky D.S., Filinov V.S., Vasilyak L.M., Syrovatka R.A., Deputatova L.V., Vladimirov V.I., Pecherkin V.Ya. Confinement of the charged microparticles by alternating electric fields in a gas flow // *Europhys. Lett.*, – 2015, – V. 110, – № 1, – Pp. 15001.
4. Deputatova L.V., Filinov V.S., Lapitsky D.S., Pecherkin V.Ya., Syrovatka R.A., Vasilyak L.M., Vladimirov V.I. Measurement of the charge of a single dust particle // *J. Phys.: Conf. Ser.*, – 2015, – V. 653, – Pp. 012129.
5. Deputatova L.V., Filinov V.S., Lapitsky D.S., Pecherkin V.Ya., Syrovatka R.A., Vasilyak L.M., Vladimirov V.I. Confinement of charged microparticles in a gas flow by the linear Paul trap // *J. Phys.: Conf. Ser.*, – 2015, – V. 653, – Pp. 012131.
6. Василяк Л.М., Владимиров В.И., Депутатова Л.В., Лапицкий Д.С., Печеркин В.Я., Сыроватка Р.А., Филинов В.С. Зарядка микрочастиц в коронном разряде в воздушном потоке // *Успехи прикладной физики*. 2017. Т. 5. № 2. С. 329-334.
7. Лапицкий Д.С., Филинов В.С., Василяк Л.М., Сыроватка Р.А., Депутатова Л.В., Владимиров В.И., Печеркин В.Я. Расчет термодинамических величин заряженных структур микрочастиц в электродинамических ловушках // *Успехи прикладной физики*. 2017. Т. 5. № 4. С. 32-36.
8. Mihalcea V.M., Stan C., Giurgiu L.C., Groza A., Surmeian A., Ganciu M., Filinov V.S., Lapitsky D.S., Deputatova L.V., Vasilyak L.M., Pecherkin V.Ya., Vladimirov V.I., Syrovatka R.A. Multipole Traps as Tools in Environmental Studies // *Rom J. Phys.*, – 2016, – V. 61, No. 7-8, Pp. 1395-1411.
9. Патент РФ № 2612292, 06.03.2017, Бюл. № 7, приоритет от 26.10.2015. Способ удаления заряженных микрочастиц из газового потока // Лапицкий

Д.С., Печеркин В.Я., Филинов В.С., Василяк Л.М., Владимиров В.И.,
Депутатова Л.В., Сыроватка Р.А.

10. Патент РФ № 173873, 15.09.2017, Бюл. № 26, приоритет от 26.12.2016.

Устройство для измерения удельного заряда частиц микронного размера //
Лапицкий Д.С., Печеркин В.Я., Василяк Л.М., Филинов В.С., Сыроватка Р.А.,
Депутатова Л.В., Владимиров В.И.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского (Начальник лаборатории атомных возбуждений отделения космических энергосистем, к.ф.-м.н., Денежкин Илья Александрович) – отзыв положительный, без замечаний:

2. Институт лазерной физики СО РАН (старший научный сотрудник Лаборатории физики лазеров сверхкоротких лазерных импульсов, д.ф.-м.н., доцент Автаева Светлана Владимировна) - отзыв положительный, с замечаниями:

- судя по автореферату, в работе нет сравнения эффективности удержания (захвата) пылевых частиц в ловушках разного типа;
- из автореферата непонятно, есть ли согласие между результатами экспериментов и моделирования;
- в автореферате экспериментальная установка описана очень кратко, четвертая глава диссертации непропорционально большая по сравнению с остальными главами и могла бы быть разбита на 2 главы.

3. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Зав. кафедрой физики плазмы, д.ф.-м.н., профессор Курнаев Валерий Александрович) - отзыв положительный, с замечаниями:

- имеется большое количество опечаток. Например, неоднократно упоминается фотовольтанический преобразователь, хотя общепринято использовать термин фотовольтаический;

- в автореферате недостаточно подробно описана установка, при этом ее создание вынесено в первый из основных результатов работы. Всего отмечается четыре составных части: устройство зарядки пылевых частиц в коронном разряде, электродинамические ловушки различной конструкции, система регистрации и визуализации, а также система измерения заряда. Однако приведена только схема зарядки пылинок в коронном разряде. Не приведена и схема «новой квадрупольной ловушки в виде кольца», поэтому трудно представить «торообразную структуру вдоль оси ловушки» и понять, почему в ней «отсутствуют краевые эффекты»;
- предложенный «новый метод измерения размера и заряда пылевых частиц, находящихся в электродинамической ловушке» очень напоминает классический метод Милликена, поэтому желательно выделить оригинальные черты;
- судя по рис. 12, на котором показаны расчетные области удержания частиц по частоте и скорости воздушного потока, захват возможен только при скоростях потока воздуха в единицы мм/с. Такие скорости представляются очень малыми для практического применения предполагаемого метода фильтрации.

4. Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Зав. кафедрой «Теплофизика», Начальник ресурсного центра, д.т.н., профессор Чусов Игорь Александрович) - отзыв положительный, с замечанием:

- при рассмотрении в опытах крупных частиц, особенно это касается частиц размером 50 мкм, не реализуется Стоксовский режим их обтекания, и нет учета не сферичности их формы. В этом случае второе слагаемое

уравнения (1) автореферата запишется в несколько иной, более общей форме.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что:

- д.ф.-м.н., доцент Карасев В.Ю. является ведущим ученым в области низкотемпературной и комплексной плазмы.

1. Karasev V., Golubovskii Yu., Kartasheva A. Dust particle charging in a stratified glow discharge considering nonlocal electron kinetics // Plasma Sources Science and Technology, – 2016, – V. 26, – № 11, – P. 115003.

2. Карасев В.Ю., Дзлиева Е.С., Полищук В.А., Горбенко А.П., Миронова И.И. Изменение текстуры поверхности полимерных материалов в пылевой плазме // ЖТФ. 2017. Т. 87. № 3. С. 473-475;

3. Karasev V.Yu., Dzlieva E.S., Pavlov S.I., Ermolenko M.A., Novikov L.A. Method of Control of Ion Drag Force in Complex Plasmas // Contrib. Plasma Phys., – 2016, – Vol. 51, – №6, –P. 221-227.

- д.ф.-м.н., Филиппов А.В. является ведущим ученым в области комплексной плазмы и исследованиях заряженных макрочастиц.

1. Филиппов А.В., Дятко Н.А., Костенко А.С. Исследование зарядки пылевых частиц в слабоионизованных инертных газах с учетом нелокальности функции распределения электронов по энергии // ЖЭТФ. 2014. Т. 146. № 11. С.1122-1134.

2. Дербенев И.Н., Филиппов А.В. Экранирование заряда пылевой частицы в плазме сухого воздуха, создаваемой внешним источником ионизации // ЖЭТФ. 2015. Т. 148. № 5(11). С.1039-1055.

3. Филиппов А.В., Паль А.Ф., Старостин А.Н. Электростатическое взаимодействие двух заряженных макрочастиц в равновесной плазме // ЖЭТФ. 2015. Т. 148. № 2(8). С.391-406.

Выбор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена трудового красного знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук «ИНХС РАН» в качестве

ведущей организации обусловлен тем, что «ИНХС РАН» является одной из лидирующих организаций в физике плазмы.

1. Lebedev Yu.A., Tatarinov A.V., Titiov A.Yu., et al. Effect of small additives of argon on the parameters of a non-uniform microwave discharge in hydrogen at reduced pressures // J. Phys. D: Appl. Phys., – 2014, – V. 47, – P. 335203.

2. Лебедев Ю.А., Эпштейн И.Л., Юсупова Е.В. Влияние постоянного поля на приэлектродную область неоднородного СВЧ разряда в водороде // ТВТ. 2014. Т. 52. № 3. С. 167-173;

3. Lebedev Yu.A., Tatarinov A.V., Epstein I.L., Averin K.A. The formation of gas bubbles by processing of liquid n-heptane in the microwave discharge // Plasma Chemistry and Plasma Processing, – 2016, – Vol. 36, – P. 535-532.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований:**

- разработан метод определения заряда и размера частиц, находящихся непосредственно в электродинамических ловушках. Проведены исследования зарядки макрочастиц в коронном разряде;

- были получены устойчивые структуры, состоящие из нескольких тысяч частиц в электродинамических ловушках при атмосферном давлении. Исследован процесс возникновения уединенных волн в таких структурах;

- экспериментально показано, что возможны захват и удержание заряженных частиц электродинамическими ловушками в воздушном потоке со скоростью до 50 см/с;

- получены устойчивые кулоновские структуры в плазме переменного коронного разряда при атмосферном давлении, создаваемого электродами электродинамической ловушки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- применительно к проблематике диссертации результативно использован метод ланжевеновской динамики для заряженных макрочастиц в электродинамической ловушке;

- Рассчитаны термодинамические величины кулоновской системы, содержащей десять тысяч частиц;
- Изучен процесс захвата заряженных частиц размером порядка одного микрона электродинамической ловушкой из воздушного потока.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что:

- был предложен новый метод определения заряда и размера частиц в электродинамической ловушке. Предложенный метод защищен патентом;
- разработан принцип очистки запыленных газовых сред с помощью переменных электрических полей; получен патент;
- упорядоченные структуры, содержащие несколько тысяч частиц, могут найти применение в фотовольтаических преобразователях энергии.

Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы для использования в организациях, работающих в области исследования и применения плазменных систем (ИОФ РАН, ИСЭ РАН, МРТИ РАН, ФТИ РАН, ИКИ РАН, ИНХС РАН, МГУ, МГТУ, КНИТУ, СПбГУ, ГНЦ ФЭИ, МИФИ, МФТИ).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования;
- расчетно-теоретические исследования построены на известных, проверяемых данных, фактах, общепризнанных физических законах. Они согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;
- обработка экспериментальных данных производилась с учетом общепринятых правил и методов обработки статистических данных;

Личный вклад соискателя. Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в опубликованные работы. Основные публикации по выполненной работе

подготовлены лично или в соавторстве. Все представленные в диссертации результаты получены лично автором.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г.

На заседании от 17.10.2018г. диссертационный совет принял решение присудить Сыроватке Р.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 10 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 11 докторов наук по специальности 01.04.14 – 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 Д 002.110.02

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор

Андреев Н.Е.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02

к.ф.-м.н.



Васильев М.М.

17.10.2018г.