

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 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
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.06.2018г. № 12

О присуждении Васильеву Михаилу Михайловичу, гражданину Российской Федерации ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Эволюция открытых диссипативных структур заряженных макрочастиц: методы диагностики и экспериментальные результаты» по специальности 01.04.08 – физика плазмы принята к защите 21.03.2018г., (протокол заседания № 4) диссертационным советом 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, jiht.ru), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Васильев Михаил Михайлович 1981 года рождения, в 2004 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (Государственный университет)». В 2007 году окончил аспирантуру Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (Государственный университет)».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Динамика плазменно-пылевых структур при

воздействии магнитного поля» по специальности 01.04.08 – физика плазмы, защитил в 14 ноября 2007 года (протокол заседания № 13) в диссертационном совете Д 002.110.02, созданном на базе Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, Ижорская ул., д. 13, стр. 2, (495) 485-8345, jiht.ru).

Работает в должности старшего научного сотрудника лаборатории № 1.2.1.2. – диагностики пылевой плазмы НИЦ-1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории № 1.2.1.2. – диагностики пылевой плазмы НИЦ-1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук..

Научный консультант академик, доктор физико-математических наук, профессор, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук Петров Олег Федорович.

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, первый заместитель директора отделения – начальник отдела физики неидеальной плазмы отделения Центр теоретической физики и вычислительной математики Акционерного общества «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» Филиппов Анатолий Васильевич;

- доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией плазменно-пылевых процессов в космических объектах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук Попель Сергей Игоревич;

- доктор физико-математических наук, профессор Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования Санкт-Петербургского государственного университета
Карасев Виктор Юрьевич

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Общей Физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук (г. Москва) в своем положительном заключении, составленном г.н.с. теоретического отдела д.ф.-м.н., проф. Игнатовым (утвержденном 28.05.2018 г. ВРИО директора чл.-корр. РАН Гарновым С.В) указала, что 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. Развитие методов диагностики динамических характеристик макрочастиц в плазменно-пылевых системах имеет большое прикладное значение. Оптический метод трехмерной диагностики плазменно-пылевых структур позволяет находить пространственные координаты, скорости и траектории пылевых частиц и может использоваться не только для диагностики пылевых частиц, но и любых малых объектов, например, коллоидов и биологических жидкостей. Результаты исследования пылевой плазмы в магнитном поле могут найти приложения для выявления особенностей поведения высокодисперсной пылевой компоненты, например в установках термоядерного синтеза. 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, занимающихся изучением пылевой плазмы, ее свойств и практических приложений. Представляется целесообразным использовать результаты работы в Объединенном институте высоких температур РАН, Национальном исследовательском центре "Курчатовском институте", Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН, Московском энергетическом институте, Санкт-Петербургском государственном университете, Московском физико-техническом институте, Институте химической физики РАН, Московском инженерно-физическом институте, Институте общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Институте проблем механики РАН и других научных организациях.

Соискатель имеет всего 121 опубликованную работу, в том числе 40 в российских и зарубежных рецензируемых научных изданиях рекомендованных ВАК для опубликования научных результатов диссертации, из них по теме диссертации опубликовано 25 работ, получен 1 патент:

1. Р.Е. Болтнев, М.М. Васильев, Е.А. Кононов, О.Ф. Петров, Явления самоорганизации в криогенной газоразрядной плазме: формирование пылевого облака наночастиц и плазменно-пылевых волн // ЖЭТФ, Т.153, Вып. 4, стр. 679–684, 2018.

2. G.I. Sukhinin, A.V. Fedoseev, M.V. Salnikov, A. Rostom, M.M. Vasiliev and O.F. Petrov, Plasma anisotropy around a dust particle placed in an external electric field // PHYSICAL REVIEW E, V.95, pp. 063207, 2017.

3. М.И. Мясников, Л.Г. Дьячков, О.Ф. Петров, М.М. Васильев, В.Е. Фортов, С.Ф. Савин, Е.О. Серова, Кулоновский разлет диамагнитных пылевых частиц в антипробкотронной магнитной ловушке в условиях микрогравитации // ЖЭТФ, Т. 151, Вып. 2, стр. 372–378, 2017.

4. T.S. Ramazanov, L.G. D'yachkov, K.N. Dzhumagulova, M.T. Gabdullin, M.K. Dosbolayev, Y.A. Ussenov, Zh.A. Moldabekov, O.F. Petrov, M.M. Vasiliev, M.I. Myasnikov, V.E. Fortov, S.F. Savin, Zh.Sh. Zhantayev, A.A. Aimbetov, Experimental investigations of strongly coupled Coulomb systems of diamagnetic

dust particles in a magnetic trap under microgravity conditions // EPL, V. 116, pp. 45001, 2016.

5. S.N. Antipov, L.P.T. Schepers, M.M. Vasiliev, O.F. Petrov, Dynamic Behavior of Polydisperse Dust System in Cryogenic Gas Discharge Complex Plasmas // Contributions to Plasma Physics, V.56, I. 3-4, pp. 296-301, 2016.

6. К.Г. Косс, О.Ф. Петров, М.И. Мясников, К.Б. Стаценко, М.М. Васильев, Фазовые переходы и динамическая энтропия в малых двумерных системах: эксперимент и численное моделирование // ЖЭТФ, Том 123, Вып.1, стр. 98-107, 2016.

7. О.Ф. Петров, М.М. Васильев, Й. Тун, К.Б. Стаценко, О.С. Ваулина, Е.В. Васильева, В.Е. Фортов, Двумерный фазовый переход в сильнонеидеальной пылевой плазме // ЖЭТФ, Том 147, вып.2, стр. 372-378, 2015.

8. М.М. Васильев, О.Ф. Петров, К.Б. Стаценко, Кулоновские структуры из заряженных макрочастиц в статических магнитных ловушках при криогенных температурах // Письма в ЖЭТФ, Т.102, Вып.11, стр. 881–885, 2015.

9. S.N. Antipov, M.M. Vasiliev, O.F. Petrov, Dust structures in cryogenic dc discharge: Some suggestions for future research // J. Phys. Conf. Ser, V.653, p. 012134, 2015.

10. O.F. Petrov, M.M. Vasiliev, O.S. Vaulina, Stacenko K.B., Vasilieva E.V., Lisin E.A., Tun Y., Fortov V.E., Solid-hexatic-liquid transition in a two-dimensional system of charged dust particles // EPL, V. 111 (4), pp. 45002, 2015.

11. X.G. Koss, O.F. Petrov, M.I. Myasnikov, K.B. Statsenko and M.M. Vasiliev, Melting of small clusters with Yukawa interaction potential research // J. Phys. Conf. Ser, V.653, p. 012135, 2015.

12. M.M. Vasiliev, O.F. Petrov, K.B. Statsenko, Clusters of the Charged Dust Particles in a Magnetic Trap at Cryogenic Temperatures // J. Phys. Conf. Ser, V.653, p.012133, 2015.

13. S.N. Antipov, M.M. Vasiliev, M.M. Alyapyshev, O.F. Petrov, V.E. Fortov, Dense dust structures in cryogenic complex plasma // J. Phys. Conf. Ser, V.511, p. 012008, 2014.

14. О.Ф. Петров, О.С. Ваулина, М.М. Васильев, Е.А. Лисин, М.И. Мясников, С.Н. Антипов, В.М. Чепелев, К.Г. Косс, Й. Тун и В.Е.Фортвов, Кулоновские системы сильно взаимодействующих пылевых частиц: эксперименты в лаборатории и условиях микрогравитации // Автометрия, Т.5, стр. 19-36, 2014.

15. O. F. Petrov, M. I. Myasnikov, L. G. D'yachkov, M. M. Vasiliev, Fortov V.E., Savin S.F., Kaleri A.Y., Borisenko A.I., Morfill G.E., Coulomb clusters of dust particles in a cusp magnetic trap under microgravity conditions // PHYSICAL REVIEW E, V.86, p.036404, 2012.

16. S.N. Antipov, M.M. Vasiliev, O.F. Petrov, Non-Ideal Dust Structures in Cryogenic Complex Plasmas // Contributions to Plasma Physics, V.52, I.3, pp. 203-206, 2012.

17. S.N. Antipov, M.M. Vasiliev, M.M. Alyapyshev, O.F. Petrov, V.E. Fortov, Compact Globular Structures in Cryogenic Complex Plasmas // Dusty/complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research, V.1397, I.1, p. 295, 2011.

18. С.Ф. Савин, Л.Г. Дьячков, М.И. Мясников, О.Ф. Петров, М.М. Васильев, А.Ю. Калери, А.И. Борисенко, Г.Е. Морфилл, Кулоновский ансамбль заряженных диамагнитных макрочастиц в неоднородном магнитном поле в условиях микрогравитации // Письма в ЖЭТФ, Т.94, Вып. 7, стр. 548-552, 2011.

19. С.Н. Антипов, М.М. Васильев, С.А. Майоров, О.Ф. Петров, В.Е. Фортвов, Плазменно-пылевые структуры в He-Kr тлеющем разряде постоянного тока // ЖЭТФ, Т.139, Вып. 3, стр. 554-567, 2011.

20. M.M. Vasiliev, L.G. D'yachkov, S.N. Antipov, R. Huijink, O.F. Petrov and V.E. Fortov Dynamics of dust structures in a dc discharge under action of axial magnetic field // EPL, V.93, p. 15001, 2011.

21. M.M. Vasiliev, M.M. Alyapyshev, S.N. Antipov, O.F. Petrov, V.E. Fortov, Evolution of Dusty Plasma Instabilities in Cryogenic DC Discharge, Dusty/complex Plasmas: Basic and Interdisciplinary Research, V.1397, I.1, p. 399, 2011.

22. S.F. Savin, L.G. D'yachkov, M.M. Vasiliev, O.F. Petrov, V.E. Fortov, Clusters of charged diamagnetic particles levitating in nonuniform magnetic field // EPL, V.88, p.64002, 2009.

23. С.Ф. Савин, Л.Г. Дьячков, М.М. Васильев, О.Ф. Петров, В.Е. Фортов, Формирование кулоновских кластеров заряженными диамагнитными макрочастицами в неоднородном магнитном поле // Письма в ЖТФ, Т.35, Вып. 24, стр. 42-51, 2009.

24. М.М. Васильев, Л.Г. Дьячков, С.Н. Антипов, О.Ф. Петров, В.Е. Фортов, Плазменно-пылевые структуры в магнитных полях в разряде постоянного тока // Письма в ЖЭТФ, Т.86, Вып. 5-6, стр. 414-419, 2007.

25. M.M. Vasiliev, S.N. Antipov, O.F. Petrov, Large-scale vortices in DC glow discharge dusty plasmas // Journal of Physics A: Mathematical and General, V.39, p.4539-4543, 2006.

- С.Н. Антипов, М.М. Васильев, И.Б. Быхало, О.Ф. Петров, Р.Е. Болтнев, И.Н. Крушинская, А.А. Пельменёв, Реверсивный термомеханический насос для сверхтекучего гелия // Патент RU 2 521 520 С1 от 27.06.2014.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **Филиал института энергетических проблем химической физики РАН им. В.Л. Тальрозе, г. Черноголовка** (в.н.с. лаборатории физико-химических воздействий д.х.н. Василец В.Н.) – отзыв положительный, без замечаний.

2. **Казахский национальный университет им. аль-Фараби г. Алматы, Казахстан** (зав. отделом физики плазмы НИИ экспериментальной и теоретической физики (НИИЭТФ), академик

Национальной Академии наук Республики Казахстан, д.ф.-м.н., профессор Рамазанов Т.С.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Как правило, размеры частиц в плазменно-пылевых экспериментах меняются, что делает малоэффективным применение теории Ми для определения их характеристик. Обсуждается ли данная проблема в диссертации и какое решение предлагает автор?

- Из текста автореферата не всегда понятно, какие именно механизмы и процессы приводят к тем или иным наблюдаемым эффектам в пылевой плазме. Например, сказано, что вращение пылевых структур во внешнем магнитном поле объясняется вращением пылевых частиц вместе с нейтральным газом, а также вращением пылевых частиц под действием силы ионного увлечения в противоположном направлении. Однако, не объяснены первопричины, вызвавшие вращение как нейтрального газа, так и ионной компоненты.

3. Института ядерных реакторов НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва (начальник Отдела высокотемпературных реакторных материалов и наноструктур д.ф.-м.н., профессор Иванов А.С.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- На странице 20 автореферата указано, что параметр неидеальности может быть восстановлен по форме парной корреляционной функции, при этом не уточняется каким образом. Как определялся параметр неидеальности пылевой системы, приведенный на графиках рис.9 стр.28? Следовало бы подробнее остановиться на данном вопросе.

- В пятой главе делается вывод о том, что процесс плавления двумерной пылевой структуры идет согласно БКТ теории. Существуют ли условия, при которых сценарий фазового перехода для пылевого монослоя будет соответствовать GVI теории?

4. Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь (зав. кафедрой физики д.ф.-м.н., Хомченко А.В.) - отзыв положительный, с замечаниями:

- В работе говорится о том, что «кинетические свойства ионного потока играют важную роль в формировании пылевых структур в плазме газового разряда. Таким образом, выбор газовой смеси может существенно влиять на свойства таких структур». Возникает резонный вопрос, как влияют примеси, возникающие в результате дегазации стенок разрядной камеры, эрозии поверхности пылевых частиц и/или электродов на разряд и свойства формирующихся пылевых структур;

- Положения, выносимые на защиту, носят общий, неконкретный характер и не оценены в сравнении с другими известными решениями.

5. Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск (зав. лабораторией Разреженных газов д.ф.-м.н. Новопашин С.А.) – отзыв положительный, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- д.ф.-м.н. Филиппов А.В. является известным физиком-теоретиком в области теоретического исследования плазменно-пылевых процессов и автором более 100 научных работ, в том числе:

1. А.В. Филиппов, Н.А. Дятко, А.С. Костенко. Исследование зарядки пылевых частиц в слабоионизованных инертных газах с учетом нелокальности функции распределения электронов по энергии // ЖЭТФ, т.146, вып.11, с. 1122-1134, 2014;

2. И.Н. Дербенев, А.В. Филиппов. Экранирование заряда пылевой частицы в плазме сухого воздуха, создаваемой внешним источником ионизации // ЖЭТФ, т.148, №2 (8), с. 391-406, 2015;

3. А.В. Филиппов, В.Н. Бабичев, А. Ф. Паль, А. Н. Старостин, В.Е. Черковец, В.К. Рерих, М.Д. Таран. Формирование пылевой ловушки в несамостоятельном разряде с внешним источником ионизации газа // Физика плазмы, т.41, №11, с. 969-978, 2015.

- д.ф.-м.н., профессор Попель С.И. является известным физиком в области пылевой ионосферной и космической плазмы, автор более 100

научных работ, в том числе:

1. С.И. Попель, С.И. Копнин, А.П. Голубь, Г.Г. Дольников, А.В. Захаров, Л.М. Зеленый, Ю.Н. Извекова, Пылевая плазма у поверхности луны // *Астрономический вестник*, т. 47, № 6, стр. 455, 2013;
2. S. Popel, A. Golub', L. Zelenyi, Photoelectron distribution function over the illuminated part of the Moon // *European physical journal D*, V. 68, Issue 9 Article Number 245, 2014;
3. S.I. Popel; L.M. Zelenyi, Dusty plasmas over the Moon // *Journal of plasma physics*, V. 80, Special issue SI, PP. 885-893, part 6, 2014.

- д.ф.-м.н., профессор Карасев В.Ю. является признанным специалистом в области экспериментального изучения пылевой плазмы и автором более 100 научных работ, в том числе:

1. Yu. Golubovskii, V. Karasev, A. Kartasheva Dust particle charging in a stratified glow discharge considering nonlocal electron kinetics // *Plasma sources science & technology*, V.26, Issue 11, Article Number115003, 2017;
2. В.Ю. Карасев, Е.С. Дзлиева, А.П. Горбенко, И.Ч. Машек, В.А. Полищук, И.И. Миронова, Изменение текстуры поверхности полимерных материалов в пылевой плазме // *Журнал технической физики*, Т. 87, № 3, С. 473-475, 2017.
3. S.I. Pavlov, E.S. Dzlieva, V.Yu. Karasev, M.A. Ermolenko, L.A. Novikov, S.A. Maiorov, Method of Control of Ion Drag Force in Complex Plasmas // *Contributions to plasma physics*, V. 56, Issue 3-4, Special issue SI, PP. 221-227, 2016.

- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Общей Физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук является одним из ведущих институтов, занимающихся исследованиями в области неидеальной плазмы, в том числе пылевой плазмы, сотрудниками института опубликовано более 100 научных работ в области физики пылевой плазмы, в том числе:

1. Н.Н. Скворцова, Д.В. Малахов, В.Д. Степахин и др., Инициация пылевых структур в цепных реакциях под воздействием излучения гиротрона на смесь

порошков металла и диэлектрика с открытой границей // Письма ЖЭТФ, т. 106, № 4, стр. 240, 2017;

2. В.Н. Цытович, Н.Г. Гусейн-заде, А.М. Игнатов, Нелинейная экранировка пылевых частиц и структуризация пылевой плазмы. II. Образование и устойчивость структур // Физика плазмы, v. 43, № 10, PP 812-836, 2017;

3. С.А. Майоров, Computational of temperatures and pressure fluctuations in the Coulomb System // Теплофизика высоких температур, т. 52, № 4, стр. 640 – 642, 2014.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс экспериментальных стендов для изучения структур макрочастиц в магнитных ловушках и плазме газовых разрядов при комнатной и криогенных температурах, воздействии сильных магнитных полей в лабораторных условиях и условиях микрогравитации;

предложена методика трехмерной диагностики плазменно-пылевых структур на основе принципа бинокулярного зрения для нахождения пространственных координат, скоростей и траекторий частиц;

предложена методика кинетического разогрева пылевых макрочастиц на основе фотофореза в плазме газового разряда при воздействии лазерного излучения;

предложена методика формирования кулоновских структур сверхпроводящих макрочастиц в статических магнитных ловушках в криогенных жидкостях, а также их парах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

установлен эффект и предложено объяснение инверсии вращения пылевой структуры в плазме тлеющего разряда постоянного тока низкого давления в аксиальном однородном магнитном поле с индукцией до 700 Гс;

изучена эволюция плазменно-пылевых структур и экспериментально обнаружено образование и рост пылевых цепочек в криогенном газовом разряде постоянного тока при изменении температуры нейтрального газа от 4 до 10 К;

экспериментально подтвержден двухстадийный характер процесса плавления для квазидвумерных плазменно-пылевых систем макрочастиц в плазме емкостного высокочастотного разряда. На основе анализа асимптотики корреляционных функций, а также анализа характера возникающих дефектов и изменения их взаимной концентрации показано, что процесс плавления происходит с образованием промежуточной гексатической фазы согласно теории Березинского-Костерлица-Таулесса;

изучено формирование протяженных кулоновских структур в статических магнитных ловушках в лабораторных условиях и в условиях микрогравитации. Получены данные о динамике активных заряженных макрочастиц в статических магнитных ловушках в криогенных жидкостях и их парах при лазерном воздействии.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что: разработана методика трехмерной диагностики плазменно-пылевых структур на основе принципа бинокулярного зрения для нахождения пространственных координат, скоростей и траекторий частиц; разработана методика формирования кулоновских структур сверхпроводящих макрочастиц в статических магнитных ловушках в криогенных жидкостях, а также их парах; разработана методика кинетического разогрева пылевых макрочастиц на основе фотофореза в плазме газового разряда при воздействии лазерного излучения; представлены результаты экспериментального исследования фазового перехода в квазидвумерной плазменно-пылевой системе макрочастиц в плазме емкостного высокочастотного разряда и с помощью анализа асимптотики корреляционных функций, а также анализа характера возникающих дефектов и изменения их взаимной концентрации показано, что процесс плавления происходит с образованием промежуточной гексатической фазы; на основе результатов космического эксперимента «Кулоновский кристалл» по исследованию формирования пространственно-упорядоченных структур диамагнитных частиц разработан новый метод для формативной трехмерной биопечати тканевых конструкций,

осуществляемой методом самосборки живых тканей и органов в неоднородном магнитном поле.

Результаты, представленные в диссертации, могут найти применение в исследованиях широкого спектра специалистов, в т.ч. занимающихся изучением пылевой плазмы, ее свойств и практических приложений. Представляется целесообразным использовать результаты работы в Объединенном институте высоких температур РАН, НИЦ "Курчатовском институте", Физическом институте им. П.Н.Лебедева РАН, Московском энергетическом институте, Санкт-Петербургском государственном университете, Московском физико-техническом институте, Институте химической физики РАН, Московском инженерно-физическом институте, Институте общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Институте проблем механики РАН и других научных организациях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов основывается на научной обоснованности постановки задач, на использовании апробированных современных методов диагностики и на сравнении результатов экспериментов с выводами численных и теоретических исследований других авторов, опубликованных в научной литературе.

Личный вклад соискателя является определяющим и состоит в том, что автор принимал непосредственное участие в постановке научных задач; все экспериментальные установки, используемые в диссертационной работе, разработаны и созданы либо лично автором, либо совместно с коллегами при определяющем участии автора; результаты, изложенные в диссертационной работе, получены в проведенных автором экспериментах; а на основании проведенных исследований и теоретического анализа полученных результатов были сформулированы и обоснованы выводы и положения, вошедшие в диссертацию.

Апробация результатов исследования проводилась на более 50 российских и международных конференциях и симпозиумах. Основные публикации по выполненной работе подготовлены при определяющем

участии автора.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области физики плазмы и физики фазовых переходов. Она соответствует всем критериям, установленным п. 9, Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г. (в редакции от 28.08.20017).

На заседании от 27.06.2018г. диссертационный совет принял решение присудить Васильеву Михаилу Михайловичу ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 12 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 - 23, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор

Андреев Н.Е.

ВРИО ученого секретаря диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор

Василяк Л.М.

27.06.2018г.

