

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.156.09
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «**Московский физико-технический**
институт (государственный университет)» (МФТИ) Минобрнауки по
диссертации на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 04.10.2018 г., № 34

*О присуждении КАПУСТИНУ Сергею Николаевичу, гражданину РФ,
учёной степени кандидата физико-математических наук*

Диссертация «Исследование процессов образования кластеров и наночастиц при ионной бомбардировке поверхности твердого тела» по специальности **01.04.04** – физическая электроника – принята к защите 24 июля 2018 года, протокол № 32, диссертационным советом Д **212.156.09** на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ) Минобрнауки, 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., д. 9., (приказ Минобрнауки № 763/нк от 22.06.2016 г.)

Соискатель **Капустин Сергей Николаевич**, 1988 года рождения, в 2011 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) Федеральный Университет им. М.В. Ломоносова» (САФУ), в 2017 г. окончил очную аспирантуру при САФУ, работает ассистентом кафедры фундаментальной и прикладной физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) Федеральный Университет им. М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре фундаментальной и прикладной физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) Федеральный Университет им. М.В. Ломоносова».

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент **Есеев Марат Каналбекович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) Федеральный Университет им. М.В. Ломоносова», заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной физики.

Официальные оппоненты:

1. **Бачурин Владимир Иванович** – д.ф.-м.н., Ярославский Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технологического института Российской академии наук, старший научный сотрудник лаборатории «Диагностика микро- и наноструктур».
2. **Мартыненко Юрий Владимирович** – д.ф.-м.н., федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"», главный научный сотрудник, -
дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), г. Москва, в своём положительном заключении, подписанном **Маренковым Евгением Дмитриевичем**, доцентом кафедры физики плазмы, кандидатом физико-математических наук, **Курнаевым Валерием Александровичем**, д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой № 21, **Кудряшовым Николаем Алексеевичем**, д.ф.-м.н., председателем совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ и утвержденным ректором НИЯУ МИФИ д.ф.-м.н., профессором **Михаилом Николаевичем Стрихановым** – указала, что соискателем рассмотрены процессы, происходящие при эмиссии многоатомных кластеров под действием ионной бомбардировки. К наиболее значимым результатам, полученным автором диссертации, отнесены:

- простые аналитические выражения для вычисления массовых, энергетических и зарядовых спектров продуктов распыления.
- методика, позволяющая применить модель к одиночным нанообъектам, и к их рыхлым и плотным средам.
- возможность по данным о части продуктов распыления, восстановить данные о трудно детектируемой части продуктов распыления.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, 6 работ входят в систему цитирований Web of Science и Scopus, 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. В.И. Матвеев, С.Н. Капустин. Распределения стабильных кластеров по размерам и зарядам при ионном распылении металла // Известия высших учебных заведений. Физика. Т. 59. С. 13 (2016).
2. В.И. Матвеев, Д.Н. Макаров, С.Н. Капустин. Размеры нейтральных кластеров и процессы их фрагментации при ионном распылении твердого тела // Письма в ЖТФ. Т. 41. С. 15 (2015).
3. С.Н. Капустин, В.И. Матвеев. Размеры кластеров при ионном распылении твердого тела с учетом процесса фрагментации // Труды международной конференции ВИП-2015, Москва, (2015), С. 131.
4. S.N. Kapustin, M.K. Eseev. Ion sputtering of nanoclusters, fullerenes and carbon nanotubes // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics. V. 9(1). P. 129 - 131 (2018).

Личный вклад соискателя в работы с соавторами заключается в следующем. В [1-4] были сформулированы и доказаны основные результаты. Общий объём публикаций – 0,4 п.л., авторский вклад соискателя – 0,3 п.л.

На диссертацию и автореферат поступило четыре отзыва, все отзывы положительные.

Первый отзыв на автореферат подписан главным научным сотрудником Курчатовского комплекса промышленной безопасности НИЦ «Курчатовский институт», д.ф.-м.н., профессором Меньшиковым Л.И. Недостатков в автореферате не отмечено, отмечены некоторые опечатки и слишком краткое изложение последней главы.

Второй отзыв на автореферат подписан доцентом кафедры теоретической физики института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, к.ф.-м.н Литвиновым А.Н. В качестве замечания отмечено отсутствие сравнения с экспериментом, который бы включал в сравнение всех прогнозируемых моделью параметров: массовых, зарядовых и энергетических спектров одновременно.

Третий отзыв на автореферат подписан доцентом кафедры теоретической физики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» д.ф.-м.н.,

Корневым А.С. Из недостатков отмечены опечатки и стилистическая небрежность, процессы образования наночастиц описаны не достаточно полно, не указана грань между многоатомными кластерами и нанообъектами, процессы с нанообъектами рассмотрены только на примере полифуллеренов.

Четвертый отзыв на автореферат подписан профессором кафедры микроэлектроники и общей физики, Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова, д.ф.-м.н., Зиминим С.П. Из недостатков отмечено недостаточное количество современных работ и экспериментов в обзорной части, а так же опечатка в списке литературы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что и оппоненты, и сотрудники ведущей организации являются специалистами по теме защищенной диссертации, что подтверждается их публикациями.

В частности,

1. Бачурин В.И., Изюмов М.О., Амиров И.И., Шуваев Н.О., Распыление кремния и диоксида кремния низкоэнергетичными ионами плотной азотной и аргоновой плазмы // Известия Российской академии наук. Серия физическая, (2018), Т. 82, № 2, С. 146-149.
2. Мартыненко Ю.В., Рогов А.В., Шульга А.В., Угловое распределение атомов при магнетронном распылении поликристаллических мишеней // Журнал технической физики. – 2012. Т. 82. № 4. С. 13-18
3. Козловский А.Л., Шлимас Д.И., Боргеков Д.Б., Ибраева А.Д., Здоровец М.В., Кадыржанов К.К., Особенности изменения структурных и проводящих свойств медных нанотрубок в результате облучения ионами O^{3+} // Химия высоких энергий, (2017), Т. 51, № 5, С. 392-397.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика расчета массовых, энергетических спектров многоатомных кластеров, полученных в ходе ионной бомбардировки, а так же зарядового состава продуктов распыления для металлических мишеней, углеродных мишеней, кремниевых мишеней, наночастиц и некоторых низкомолекулярных соединений.

предложен способ расчета данных о трудно фиксируемой части спектра по легко фиксируемой части спектра продуктов распыления.

доказана корректность способа расчета эволюции перевозбужденных кластеров в виде простой капельной модели.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что основной канал фрагментации перевозбужденных атомов – испарение одиночных мономеров, подтверждена флуктуационная гипотеза формирования заряда кластера;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован теоретический подход к описанию эмиссии многоатомных кластеров с их дальнейшей эволюцией;

изложены принципы расчета массовых спектров продуктов распыления с учетом их зарядового состава и фрагментации перевозбужденных кластеров;

раскрыты особенности механизма распыления наночастиц в зависимости от плотности их упаковки;

изучены процессы фрагментации перевозбужденных кластеров, а так же влияние фрагментации на заряд и кинетическую энергию кластера.

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

разработаны подходы к расчету: массовых, энергетических и зарядовых спектров продуктов распыления, благодаря которым появляется возможность рассчитать выход тяжелых кластеров по выходу легких, рассчитать выход нейтральных кластеров по выходу заряженных, что позволит упростить установку и снизить время эксперимента; данные результаты апробированы на российских и международных конференциях;

определены некоторые особенности распыления наночастиц, не встречающиеся при распылении обычных мишеней;

создана модель, описывающая последовательно эмиссию и эволюцию многоатомных кластеров и наночастиц.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

полученные теоретические результаты основываются на применении методов апробированного аппарата классической и квантовой физики;

установлено, что при выполнении сравнения расчетов и эксперимента получена хорошая сходимость данных.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя в разработке математического аппарата, программного обеспечения, проведении расчетов и теоретического анализа, подготовке публикаций по выполненной работе, в том числе из Перечня изданий, рекомендованного ВАК РФ.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана изложения результатов диссертации, концептуальности и логической взаимосвязи ее выводов.

На заседании **4 октября 2018 г.** диссертационный совет принял решение присудить **КАПУСТИНУ С.Н.** ученую степень **кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 12, «против» - 1, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель

диссертационного совета



Астапенко Валерий Александрович

Учёный секретарь

диссертационного совета



Токунов Юрий Матвеевич

4 октября 2018 г.

