

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.245.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И ФОТОНИКА»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 6 декабря 2023 года №6

О присуждении Бухарову Дмитрию Николаевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Лазерно-индуцированные нанокластеры на твердой поверхности с управляемыми функциональными характеристиками: динамические модели и структуры в электропроводимости» по специальности 1.3.19 «Лазерная физика» принята к защите 05 октября 2023 года, протокол заседания № 4, диссертационным советом 24.1.245.02, созданным на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук» (ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН), Министерства науки и высшего образования, 119333, г. Москва, Ленинский проспект, д. 59. Диссертационный совет 24.1.245.02 создан приказом Министерства науки и высшего образования от 23.05.2023 г № 1121/НК.

Соискатель Бухаров Дмитрий Николаевич, 1987 года рождения, в 2011 окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ). В 2011-2014 гг проходил обучение в очной аспирантуре ВлГУ по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, специальность 01.04.21 «Лазерная физика». В настоящее время работает в ВлГУ в должности старшего преподавателя кафедры Физики и прикладной математики.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ) на кафедре Физики и прикладной математики.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Аракелян Сергей Мартirosович, место работы – Институт прикладной математики, физики и информатики Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, г. Владимир, заведующий кафедрой Физики и прикладной математики.

Официальные оппоненты:

Андреев Степан Николаевич, доктор физико-математических наук, начальник отдела радиофотоники Московского физико-технического института (национального исследовательского университета);

Заботнов Станислав Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики и молекулярной электроники Физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» ИПФ РАН в своем положительном отзыве, подписанном Битюриным Никитой Михайловичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией лазерной наномодификации материалов ИПФ РАН, указала, что диссертационная работа Д.Н. Бухарова является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация Д.Н. Бухарова по критериям актуальности, научной новизне, значимости, отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Бухаров Дмитрий Николаевич полностью заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 «Лазерная физика».

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 16 работ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Научные работы по теме диссертации:

- (1) **Д.Н. Бухаров**, С.М. Аракелян, М.П. Алёшин Моделирование структурных особенностей поверхности высокоэнтропийного сплава AlCrFeCoNiCu// Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – № 6 (46). –С. 61-64.
- (2) С. М. Аракелян, А. О. Кучерик, **Д.Н. Бухаров**, Т. А. Худайберганов Динамические и квантовые эффекты в кластерных низкоразмерных многослойных твердотельных

- наноструктурах для элементной базы микро- и наноэлектроники// Известия РАН. Серия физическая. – 2022, Т. 86, № 4.
- (3) Багаев С. Н., Аракелян С. М., Кучерик А. О., **Бухаров Д. Н.**, Бутковский О. Я. Нанооптика тонкопленочных лазерно-индуцированных топологических структур на поверхности твердого тела: фундаментальные явления и их приложения// Известия РАН. Серия физическая. – 2020. – Т.84, №12. – С. 245-249.
- (4) Кучерик А.О., Аракелян С.М., Худайберганов Т. А., **Бухаров Д.Н.** Моделирование макроскопических квантовых состояний в функциональных свойствах лазерно-индуцированных 4D-топологических нанокластеров в тонких пленках на твердой поверхности // Известия РАН. Серия физическая. – 2020. – Т.84, №3. – С. 332-337.
- (5) **Бухаров Д.Н.**, Антипов А. А., Аракелян С. М., Истратов А. В., Шагурина А. Ю. Перколяционная модель электропроводности биметаллической островковой пленки// Южно-Сибирский научный вестник. – 2018. – № 4 (24). –С. 55-58.
- (6) Герке М.Н., Истратов А.В., **Бухаров Д.Н.**, Новикова О.А., Скрябин И.О., Аракелян С.М. Исследование структуры и электропроводности тонких биметаллических гранулированных пленок //Известия РАН. Серия физическая. – 2017. – Т.81, №12. – С.1572-1575.
- (7) Trifonova T., Arakelian M., Abrakhin S., Abrakhina S., **Bukharov D.**, Arakelian S. Catastrophic Floods in Large River Basins: Surface Water and Groundwater Interaction under Dynamic Complex Natural Processes–Forecasting and Presentation of Flood Consequences// Water. – 2022. – 14, 1405.
- (8) **D N Bukharov**, A S Abramov, O A Novikova, V D Samyshkin Fractal models of the PbTe nanocluster structures on a solid surface//2022 J. Phys.: Conf. Ser. 2316 012013.
- (9) A. Kucherik, S Kutrovskaya, **D Bukharov**, T Khudaiberganov Topological photonics – 4D-laser technology for nanoelectronics on new physical principles to create the element base of next generation//2022 J. Phys.: Conf. Ser. 2316 012015
- (10)Kucherik, A., Samyshkin, V., Prusov, E., Osipov, A., Panfilov, A., Arakelian, S., **Buharov , D.**, Skryabin, I. Kavokin, A.V. Kutrovskaya, S. Formation of Fractal Dendrites by Laser-Induced Melting of Aluminum Alloys. Nanomaterials. – 2021. –Vol. 11,№ 4.
- (11)Arakelian S.M., Kucherik A.O., Khudaberganov T.A., **Bukharov D.N.**, Butkovsky O.Ya. Nanocluster topological engineering of thin films by laser-hybrid technologies//The International Journal of Engineering and Science (IJES). – 2020. – Vol. 9, Issue 07. – PP 62-70. DOI: 10.9790/1813-0907016270.
- (12)**Bukharov D.N.**, Arakelyan S.M., Kucherik A.O., Novikova O.A., Samyshkin V.D. Mathematical modeling of the structure and optical properties of the fractal island metal

nanofilm. – 2020 // Journal of Physics: Conference Series. – 1439. 012050. DOI: 10.1088/1742-6596/1439/1/012050.

- (13) **Bukharov D.N.**, Arakelyan S.M., Istratov A.V., Samyshkin V.D. PbTe island film hopping electrical conductivity model// Journal of Physics: Conference Series.–2019.– 1189:012017. DOI: 10.1088/1742-6596/1189/1/012017.
- (14) Antipov A., **Bukharov D.**, Arakelyan, S., Osipov, A., Lelekova, A. Bimetallic clustered thin films with variable electro-optical properties// Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – 951(1):012013. DOI: 10.1088/1742-6596/951/1/012013.
- (15) Arakelian S.M., **Bucharov D.N.**, Emel'yanov V.I., Zimin S.P., Kutrovskaya S.V., Kucherik A.O., Makarov A.A., Osipov A.V. Bimodal ensemble of nanoparticles on the surface of epitaxial lead telluride films under continuous laser radiation //Journal of Surface Investigation. – 2015. – 9(6):1156. – PP. 1156-1163. DOI: 10.1134/S1027451015060063.
- (16) Arakelian S.M., **Bukharov D.N.**, Emel'yanov V.I., Zimin S.P., Kutrovskaya S.V., Kucherik A.O., Makarov A.A., Osipov A.V. Laser nanostructuring of the PbX thin films for creation of the semiconductor devices with controlled properties //Physics Procedia. – 2014. – Vol.56– PP. 1115-1125. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.08.026>.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. от официального оппонента Андреева Степана Николаевича, д.ф.-м.н., начальника отдела радиопоники Московского физико-технического института (национального исследовательского университета). В отзыве отмечается, что работа обладает научной новизной в части обоснования методов твердофазного лазерного синтеза нанокластеров теллурида свинца, разработки численных методов и подходов к планированию лазерных методов управляемого получения нанокластерных структур/островковых нанопленок, перспективных для создания элементов и систем топологической фотоники.
2. от официального оппонента Заботнова Станислава Васильевича, д.ф.-м.н., доцента кафедры общей физики и молекулярной электроники Физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В отзыве отмечается актуальность работы, обусловленная перспективой использования лазерно-индуцированных структур теллурида свинца, а также возможностью применения разработанных моделей в других областях физики.
3. от ведущей организации - Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук». В отзыве, подписанном

- Битюриным Никитой Михайловичем, д.ф.-м.н., заведующим лабораторией лазерной наномодификации материалов ИПФ РАН, среди результатов работы отмечается проведенный анализ фрактальных структур лазеро-индуцированных островковых пленок, полученных в эксперименте. Также отмечается значимость представленной работы для предсказательного моделирования функциональных свойств сложных наносистем, генерируемых лазерным излучением.
4. от Алексея Владимировича Рябоконе, к.т.н., инженера-конструктора 1-й категории, ОАО «Владимирское конструкторское бюро радиосвязи». В отзыве отмечается научная новизна полученных результатов и их хорошая степень апробации;
 5. от Дмитрия Сергеевича Квасова, к.т.н., генерального директора ООО «ФС Сервис». В отзыве отмечается практическая значимость заключающаяся в том, что полученные образцы нанокластеров теллурида свинца с возможностью переключения электропроводимости имеют перспективу для создания элементов и систем топологической фотоники и оптоэлектроники на новых физических принципах;
 6. от Алексея Валерьевича Поволоцкого, д.ф.-м.н., профессора кафедры лазерной химии и лазерного материаловедения Института химии СПбГУ. Отзыв положительный. В отзыве отмечается актуальность, практическая значимость и новизна полученных результатов;
 7. от Александра Павловича Алоджанца, д.ф.-м.н., профессора Института перспективных систем передачи данных, Университет ИТМО. В отзыве отмечается актуальность разработки моделей и методов, способных адекватно описывать функциональные характеристики наноструктур, получаемых управляемыми методами, а также проявление усиления электропроводимости у полученных образцов, которое обуславливает их перспективу в сфере микро-наноэлектроники;
 8. от Александра Сергеевича Ахманова, к.ф.-м.н., начальника управления Российского центра научной информации. В отзыве отмечается, что в ходе выполнения работы был получен ряд принципиально новых научных результатов, имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение. К их числу можно отнести результаты по изучению структуры лазерно-индуцированных образцов нанокластеров теллурида свинца, результаты исследования особенностей вольт-амперных характеристик, новые модели структурных особенностей и электропроводимости;
 9. от Сакеллариса Майлиса, PhD, старшего преподавателя Центра фотоники и фотонных материалов Сколковского института науки и технологий. В отзыве

отмечается актуальность и новизна представленной работы;

10. от Алексея Валентиновича Духанова, д.т.н., доцента факультета цифровых трансформаций, Университет ИТМО. В отзыве отмечается актуальность и новизна диссертационной работы, ее высокий научный уровень.

Все отзывы положительные. Существенных замечаний во всех отзывах нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации широко известны своими достижениями в соответствующей области науки и способны критически оценить научную и практическую значимость результатов, полученных в работе Бухарова Д.Н.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен метод управляемого лазерного синтеза нанокластеров теллурида свинца с фрактальными структурами с объектами размерами 10 – 13 мкм при варьировании управляющих параметров образцов;

изучена структура полученных образцов с оценкой их фрактальных размерностей с классификацией по степени близости фрактальных размерностей к известным фрактальным объектам;

изучены электрофизические свойства полученных образцов нанокластеров теллурида свинца: оценена зависимость вольт-амперных характеристик от структурных особенностей образцов, показано наличие увеличения силы тока на величину порядка 50% относительно средних значений уже при комнатных температурах, которое было объяснено в рамках модели системы цилиндрических объектов;

проведена резистометрия полученных образцов, показавшая смешанный характер электропроводимости с возможностью переключения ее режимов от туннельного к термоактивационному.

предложены модели на основе диффузионного приближения и фрактального подхода, результаты применения которых качественно соответствуют экспериментальным данным с относительной погрешностью фрактальных размерностей не более 10%;

предложена модель на основе определения оптимальных траекторий туннелирования электронов в приближении Миллера-Абрахамса, которая позволяет оценивать омическое поведение вольт-амперных характеристик нанокластерных/островковых пленок теллурида свинца в зависимости от топологических особенностей образца, с относительной погрешностью не более 10% в сравнении с экспериментальными данными.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики

подтверждается тем, что представлен метод синтеза нанокластерных структур, которых отличается удобством, не требует строгого выполнения внешних условий, позволяет использовать широкий диапазон материалов для синтеза образцов, представленные в работе синтезированные образцы могут иметь перспективу применения в наноэлектронике и нанофотонике как элементарная база для ИК-детекторов, квантовых триггерных систем, нанополяризаторов. Разработанные модели также могут быть использованы в других областях науки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила хорошее согласование полученных результатов с результатами других исследований, во многом благодаря использованию современной аппаратуры и методов исследований.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и реализации математических моделей, проведении численного моделирования, а также участии в планировании и проведении эксперимента по получению наноструктур с требуемыми характеристиками.

На заседании 6 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Бухарову Д.Н. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика».

При проведении тайного (электронного) голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 1.

И.о. председателя диссертационного совета 24.1.245.02

д.ф.-м.н.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.1.245.02

к.ф.-м.н.

06.12.2023



А.П. Свиридов

Р.В. Гришаев