

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.269.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО АКАДЕМИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 09.11.2016, Протокол № 5

О присуждении РЕДЬКОВУ Алексею Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Эволюция новой фазы в многокомпонентных и гетерогенных материалах» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния принята к защите 26.08.2016, протокол № 3 диссертационным советом Д 002.269.01 на базе федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования и науки «Санкт-Петербургского национального исследовательского Академического университета Российской академии наук» (СПбАУ РАН), 194021, Санкт-Петербург, ул. Хлопина, дом 8, корпус 3, литер А., приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета от 09.04.2013 №192/нк.

Соискатель Редьков Алексей Викторович, 1989 года рождения, в 2013 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования и науки «Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого» (СПбПУ) по направлению «физика», в настоящее время является аспирантом СПбАУ РАН по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, а также работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории

структурных и фазовых превращений Института проблема машиноведения (ИПМаш) РАН.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования и науки «Санкт-Петербургском национальном исследовательском Академическом университете Российской академии наук» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – Липовский Андрей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, работает в должности профессора кафедры физики и технологии наногетероструктур СПбАУ РАН.

Официальные оппоненты:

1. Щёкин Александр Кимович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой статистической физики физического факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;

2. Мездрогина Маргарита Михайловна, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе» РАН

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация - Акционерное общество «Научно-исследовательский и технологический институт оптического материаловедения Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (НИТИОМ) - в своем положительном заключении, подписанном Ветровым Василием Николаевичем, доктором технических наук, указала, что диссертационная работа Редькова А.В. «Эволюция новой фазы в многокомпонентных и гетерогенных материалах» отвечает всем требованиям ВАК РФ, а сам Редьков Алексей Викторович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, 7 из которых опубликованы в рецензируемых зарубежных научных изданиях (Journal of Physical Chemistry C, Nanoscale Research Letters, Journal of Non-Crystalline Solids, Journal of Physics: Conference Series,), 4 - опубликованы в рецензируемых российских научных изданиях (ФТТ, ЖЭТФ) (входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования). Также соискателем получен патент РФ по тематике диссертации. В девяти статьях диссертант является первым автором. Наиболее значимые работы по теме диссертации: Plasmonic molecules via glass annealing in hydrogen //Nanoscale research letters. 2014.Т. 9. №. 1. С. 1-6; How Does Thermal Poling Produce Interstitial Molecular Oxygen in Silicate Glasses?//The Journal of Physical Chemistry C. 2015. Т. 119. №. 30. С. 17298-17307; Formation and self-arrangement of silver nanoparticles in glass via annealing in hydrogen: The model// Journal of Non-Crystalline Solids. 2013. Т. 376. С.152-157. Общий объем научных изданий 4,4 печатных листа.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва:

1. Образцова Александра Николаевича, доктора физико-математических наук, профессора физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – отзыв положительный, замечания: «1. Из содержания автореферата не следует, чем определяется пространственное разрешение процесса формирования наноструктур на поверхности стекла при использовании поляризации стекол 2. Хотелось бы получить объяснение причины образования в стеклах кислорода, проиллюстрированное рис. 10 автореферата».

2. Александрова Сергея Евгеньевича, доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой «Физико-химия и технологии микросистемной техники» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого – отзыв положительный, замечание: «1) На рисунке 4 приведено сравнение расчетного распределения наночастиц с

экспериментальными данными, вблизи поверхности стекла имеет место хорошее совпадение, однако при увеличении расстояния от поверхности появляется расхождение, и не объяснено, чем оно вызвано».

3. Цацульников Андрей Федорович, кандидата физико-математических наук, и.о. заместителя директора по научной работе НТЦ микроэлектроники РАН – отзыв положительный, замечание: «Из автореферата не ясно, описывает ли предложенная модель формирования стеклокомпозитов только формирование серебряных наночастиц, или она может быть применена и для описания композитов, содержащих другие металлы, или чисто диэлектрических композитов – стеклокерамик?»

4. Бессолова Василия Николаевича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН – отзыв положительный, замечание: «В автореферате в одном из научных положений (положение 2) утверждается, что “для сферической частицы сродству химической реакции можно сопоставить критический радиус, при превышении которого ее форма становится неустойчивой.” Однако, не понятно как автор учитывает при этом наличие упругих полей островка, имеющего форму сфероидального сегмента, нанесенного на плоскую поверхность кристалла, параметр решетки которого отличается от параметра решетки материала островка, причем возможны различные механизмы возникновения пластической деформации, которая способна привести к снижению запасенной энергии в напряженных наноструктурах».

Выбор официальных оппонентов - доктора физико-математических наук, профессора А.К. Щёкина и доктора физико-математических наук, М.М. Мездрогиной и ведущей организации «Акционерное общество «Научно-исследовательский и технологический институт оптического материаловедения Всероссийского научного центра «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова», обосновывается их квалификацией

и опытом работы в области исследований, которым посвящена диссертация, что подтверждается публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены данные о зарождении и росте новой фазы в различных многокомпонентных средах (диэлектрических, полупроводниковых):

1. Определены условия морфологической устойчивости многокомпонентных сферических частиц и тонких плёнок для кристаллов GaN, получаемых методами молекулярно-пучковой эпитаксии и хлорид-гидридной эпитаксии.
2. Предложены и верифицированы в эксперименте физическая и математическая модели процессов, описывающие образование и рост металлических наночастиц в стекле и на его поверхности при отжиге в водородной атмосфере, учитывающие диффузию компонент, химические реакции, а также нуклеацию и рост новой фазы. Показано, что возможно формирование двух качественно различных распределений наночастиц: монотонное распределение и слоистые структуры, когда наночастицы отсутствуют на определенных расстояниях от поверхности стекла.
3. Изучены явления, происходящие в стекле под действием постоянного электрического поля и показано, что поверхность стекла, находящаяся в контакте с положительным электродом, заглубляется относительно незатронутой полингом области, а в объеме прианодной области стекла происходят реструктуризация, изменение состава и выделение молекулярного кислорода.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

1. Теория морфологической устойчивости расширена на многокомпонентные системы. Впервые для таких систем предложен критерий устойчивости сферического зародыша и тонкой плёнки.

2. Впервые предложены физические и математические объяснения известных из литературы и полученных автором экспериментальных результатов по образованию слоистых структур из наночастиц в объеме стекла.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что:

1. Разработанная модель роста наночастиц в стекле при отжиге в водороде позволяет выбрать режимы обработки стекла, при которых формируется требуемое распределение наночастиц. Использование разработанной модели позволяет изготавливать композиты, отдельные островки металла или их массивы, а также структуры на их основе с заранее заданными свойствами.
2. Предложенные в работе критерии морфологической устойчивости многокомпонентных систем могут быть применены для выбора режимов роста различных гетерогенных структур с пониженной дефектностью, в том числе пленок на основе нитрида галлия.
3. Методики структурирования островковых плёнок металла и нанопрофилирования поверхности стекла, предложенные в диссертации, характеризуются простотой и могут быть использованы при создании различных элементов для оптики и плазмоники, в том числе дифракционных решеток и подложек для исследования биологических объектов с помощью комбинационного рассеяния света.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в научно-исследовательских организациях, вузах и высокотехнологичных предприятиях, работающих в области физики гетерогенных наноструктур, в том числе в федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук», Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, компании ОАО «НТ-МДТ» (Москва). Ряд методик, предложенных

в настоящей работе, может быть непосредственно внедрён в производство.

Достоверность полученных в работе результатов, аргументированность заключений и выводов диссертации обеспечена использованием комплекса современных взаимодополняющих апробированных методов исследований материалов: структурных исследований, измерений физических свойств, применением математических способов обработки экспериментальных данных и моделирования с использованием современных пакетов прикладных программ. Результаты исследований, приведенные в диссертационной работе А.В. Редькова, согласуются с полученными ранее и опубликованными экспериментальными результатами и расчетными данными.

Представленная диссертационная работа является комплексным завершённым исследованием, выполнена на высоком научном уровне, написана грамотным научно-техническим языком и обладает практической ценностью. Основные выводы и положения работы научно обоснованы и хорошо аргументированы. В диссертационной работе получен и обсуждается значительный объём новых экспериментальных данных. В диссертации гармонично дополняют друг друга теория и численное моделирование, и их успешное использование в сочетании с экспериментальными исследованиями демонстрирует соответствие полученных результатов поставленной цели и задачам.

Личный вклад соискателя состоит: в его непосредственном участии в проведении экспериментов по синтезу композитов; в получении всех аналитических и численных результатов; в проведении экспериментальных исследований на микрорамановском микроскопе, оптическом профилометре и другом диагностическом оборудовании; в интерпретации теоретических исследований и их сравнение с экспериментальными результатами.

На заседании 09 ноября 2016 года диссертационный совет Д 002.269.01 принял решение присудить Редькову Алексею Викторовичу ученую степень

кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0. Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу высокого уровня и соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Заместитель Председателя диссертационного совета
чл.-корр. РАН



А.Е. Жуков

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физ.-мат. наук

А.А. Богданов

09 ноября 2016 г.