

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.051.01 НА БАЗЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института неорганической химии имени А.В. Николаева

Сибирского отделения Российской академии наук, ФАНО

ПО ДИССЕРТАЦИИ **Меренкова Ивана Сергеевича**

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 17 октября 2018 года № 16

О присуждении *Меренкову Ивану Сергеевичу*, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «*Плазмохимическое осаждение из газовой фазы и свойства наностенок гексагонального нитрида бора*» в виде рукописи по специальности 02.00.04 – физическая химия (химические науки) принята к защите *20 июня 2018 г.*, протокол № 12 диссертационным советом Д 003.051.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН), ФАНО (630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 № 105/нк).

Соискатель Меренков Иван Сергеевич, 1991 года рождения, в 2014 году окончил ФГБОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности – химия. В период с июля 2014 по июнь 2018 года обучался в очной аспирантуре ИНХ СО РАН. На момент защиты диссертации работает младшим научным сотрудником в лаборатории функциональных пленок и покрытий ИНХ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории функциональных пленок и покрытий в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук.

*Научный руководитель* – кандидат химических наук, доцент Косинова Марина Леонидовна работает в лаборатории функциональных пленок и покрытий ИНХ СО РАН в должности ведущего научного сотрудника.

*Официальные оппоненты:*

– *Мороз Элла Михайловна*, гражданка России, доктор химических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории структурных методов исследования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск;

– *Семенова Ольга Ивановна*, гражданка России, кандидат химических наук, заведующая лабораторией физической химии поверхности полупроводников и систем полупроводник-диэлектрик Федерального государственного бюджетного научного учреждения Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; дали **положительные** отзывы на диссертацию.

*Ведущая организация*, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН), г. Новосибирск, в своем **положительном заключении**, утвержденном ВрИО директора ИХТТМ СО РАН д.х.н. Немудрым А.П. и составленным ведущим научным сотрудником лаборатории химического материаловедения д.х.н. Баклановой Н.И., указала, что: «Работа... соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., №842 и другим требованиям ВАК РФ. Автор работы, Меренков Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Доклад по материалам диссертации заслушан и обсужден на заседании постоянно действующего научного семинара ИХТТМ СО РАН 07 июня 2018 г., с участием сотрудников лаборатории химического материаловедения, протокол № 2018-0075 от 07.06.2018 г.».

По теме диссертации соискатель имеет 6 работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах, из них 4 – в российских рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 2 – в зарубежных рецензируемых журналах; все публикации входят в перечень журналов, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science и 20 тезисов докладов опубликовано в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Общий объем опубликованных работ составляет 38 стр. (2.38 усл. печ. л.).

*Научные статьи по теме диссертации:*

1. Merenkov I.S., Burovihina A.A., Zhukov Yu.M., Kasatkin I.A., Medvedev O.S., Zvereva I.A., Kosinova M.L. Thermal stability of UV light emitting boron nitride nanowalls // *Materials & Design*. – 2017. – V. 117. – P. 239-247.
2. Merenkov I.S., Kosinova M.L., Maximovskii E.A. Boron nitride nanowalls: low-temperature plasma-enhanced chemical vapor deposition synthesis and optical properties // *Nanotechnology*. – 2017. – V. 28. – N. 18. – P. 185602.
3. Меренков И.С., Косинова М.Л., Ермакова Е.Н., Максимовский Е.А., Румянцев Ю.М. PECVD синтез наностенок гексагонального нитрида бора из смеси боразина и аммиака // *Неорганические материалы*. – 2015. – Т. 51. – № 11. – С. 1183-1189.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные, 5 – с замечаниями и 1 – без замечаний. Отзывы поступили от: *к.ф.-м.н. Кобелевой С.П.*, старшего научного сотрудника ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МИСиС»» (г. Москва); *д.х.н. Базаровой Ж.Г.*, заслуженного деятеля науки РФ и РБ, главного научного сотрудника ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ); *д.х.н. Васильева В.Ю.*, профессора кафедры полупроводниковых приборов и микроэлектроники ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск); *д.х.н. Розенцвейг И.Б.*, доцента, заместителя директора по научной работе, заведующего лабораторией галогенорганических соединений ФГБУН Иркутского института химии им. А.Е. Фаворского СО РАН (г. Иркутск); *к.х.н. Кузнецова В.Л.*, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией наноструктурированных уг-

леродных материалов ФГБУН Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (г. Новосибирск); *к.ф.-м.н. Евлашина С.А.*, старшего научного сотрудника Центра по проектированию, производственным технологиям и материалам Сколковского института науки и технологии (г. Москва)

Большинство замечаний к автореферату относятся к недостаточному описанию экспериментальных параметров и носят уточняющий характер по вопросам механизма катодолюминесценции, влияния плазменного разряда на морфологию формирующихся объектов, выражена заинтересованность в результатах дальнейших исследований. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа И.С. Меренкова **полностью соответствует** требованиям, которые ВАК РФ предъявляет к кандидатским диссертациям, а её автор И.С. Меренков заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

*Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается* компетентностью оппонентов в области исследования процессов осаждения тонкопленочных материалов из газовой фазы и их структурной характеристики. Важен и значим вклад ведущей организации в области разработки методик получения наноструктур различного строения и состава. Данные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.

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

- *определены* закономерности образования совокупностей фаз и изменения составов газовой фазы и осадков в широком интервале температур и давлений с учетом влияния остаточной атмосферы и материала подложки при термодинамическом моделировании в системах В–N–H–O–X (где X – Si, Fe, Co, Ni или GaAs);

- *установлены* закономерности роста наностенок h-BN, заключающиеся в том, что наностенки состоят из стопок слоев h-BN или хаотично ориентированных слоистых кристаллитов h-BN при синтезе из триэтиламинборана или борамина, соответственно, а их морфология изменяется от лабиринтоподобной до волнистой при увеличении температуры синтеза от 400 до 700°C в случае триэтиламинборана;

- *охарактеризована* термическая стабильность наностенок h-BN различной морфологии и структуры: установлено, что наностенки сохраняют исходную морфологию и структуру при отжиге вплоть до 1100°C в инертной атмосфере, подвергаясь частичному окислению, вызванному присутствием кислородсодержащих компонентов в атмосфере отжига;

- *обнаружено*, что интенсивность катодолюминесценции наностенок h-BN в диапазоне 350–550 нм значительно увеличивается с ростом концентрации кислородсодержащих связей; наностенки обладают антибактериальной активностью против грамотрицательных бактерий, зависящей от морфологии наностенок.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- *разработанная методология* термодинамического моделирования процесса осаждения из газовой фазы с учетом влияния остаточной атмосферы в реакторе и материала подложки позволяет теоретически определить области температур

и давлений осаждения целевых фаз и оценить влияние материала подложки на процесс осаждения;

- *установлены основные закономерности* изменения состава, структуры, морфологии и свойств наностенок h-BN в зависимости от условий синтеза, типа используемого исходного соединения и подложки;

- *показано*, что в процессе термического отжига атомы кислорода, входящие в состав кислородсодержащих компонентов атмосферы, замещают атомы азота в решетке гексагонального нитрида бора, приводя к образованию наностенок h-BNO.

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

- *разработана* оригинальная методика низкотемпературного плазмохимического синтеза наностенок h-BN из смесей борорганического реагента и аммиака без использования катализатора и модификации поверхности подложки;

- *показано*, что наностенки h-BN обладают высокой термической стабильностью, которая зависит от их структуры и морфологии, и способны сохранять исходную морфологию после отжига при температуре до 1100°C в инертной атмосфере;

- *обнаружены* катодолюминесцентные свойства наностенок, и продемонстрирована их антибактериальная активность против грамотрицательных бактерий.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

- *для экспериментальных работ* использовался комплекс независимых физико-химических методов изучения различных свойств полученных образцов: *сканирующая и просвечивающая электронные микроскопии, инфракрасная спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, спектроскопия характеристических потерь энергии электронами, эллисометрия, рентгенофазовый анализ, электронная дифракция от выделенной области, визуальный термический анализ, энергодисперсионная спектроскопия и вторичная ионная масс-спектрометрия*; полученные различными методами результаты не противоречат друг другу;

- *термодинамическое моделирование* проводилось с использованием Банка данных свойств материалов электронной техники, состоящего из базы согласованных данных о термодинамических свойствах веществ и программы расчета равновесий, расчет детального равновесного состава физико-химической системы при заданных термодинамических условиях основан на минимизации функции свободной энергии Гиббса  $\Delta G$  при заданных температуре и общем давлении в системе с учетом ограничений, задаваемых условиями сохранения материального баланса;

- *проведена* апробация работы на 16 научных конференциях различного уровня, включая специализированные международные; материалы по результатам работы успешно прошли рецензирование в тематических научных журналах.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что** поиск, анализ, обобщение литературы и все эксперименты по синтезу выполнены непосредственно автором. Обработка экспериментальных результатов, анализ и интерпретация полученных данных были проведены соискателем самостоятельно, либо совместно с соавторами. Автор принимал участие в постановке задач, планировании экспериментальной работы, анализе, обсуждении результатов и формулировании выводов. Подготовка материалов к публикации проводилась совместно с научным руководителем и соавторами.

Диссертационный совет Д 003.051.01 на базе ИНХ СО РАН на заседании 17 октября 2018 г., протокол № 16, пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», т.е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена задача получения наностенок на основе h-BN и определения влияния параметров осаждения на их состав, структуру, морфологию и свойства, что имеет значение для понимания фундаментальных процессов роста наноструктур и управления их ориентацией, принято решение присудить *Меренкову Ивану Сергеевичу* ученую степень кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 (двадцати четырех) человек, из них 12 (двенадцать) докторов наук по специальности 02.00.04 – физическая химия, участвовавших в заседании и голосовании, из 33 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 23 (двадцать три), против присуждения учёной степени – 1 (один), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

Председатель диссертационного совета  
д.х.н., чл.-к. РАН



Федин Владимир Петрович

Ученый секретарь диссертационного совета  
д.ф.-м.н.

Надолинный Владимир Акимович

17.10.2018 г.