

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, МИНОБРНАУКИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ **Пушкарева Романа Владимировича**
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21 ноября 2018 года № 18

О присуждении *Пушкареву Роману Владимировичу*, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «*Пленки $SiC_xN_y:Fe$: синтез из газовой фазы, структура и функциональные свойства*» 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 (ИХ СО РАН), (630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 № 105/нк).

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

Диссертация выполнена в лаборатории функциональных пленок и покрытий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – кандидат химических наук *Файнер Надежда Ильинична* работает в лаборатории функциональных пленок и покрытий ИХ СО РАН в должности старшего научного сотрудника.

Официальные оппоненты:

– *Паукишис Евгений Александрович*, гражданин России, доктор химических наук, главный научный сотрудник лаборатории спектральных методов ФГБУН Института катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск;

– *Дворецкий Сергей Алексеевич*, гражданин России, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего отделом №006 «Инфракрасные оптоэлектронные устройства на основе КРТ» ФГБУН

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 Уральского отделения Российской академии наук (**ИХТТ УрО РАН**), г. Екатеринбург, в своем **положительном заключении**, утвержденном ВрИО директора **ИХТТ УрО РАН** д.х.н., профессором Кузнецовым Михаилом Владимировичем и составленным заведующим лабораторией физико-химических методов анализа д.х.н. Поляковым Евгением Валентиновичем указала, что: «...Полученные в диссертации новые результаты вносят вклад в физикохимию процессов формирования плёнок $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{:Fe}$ осаждением из газовой фазы в условиях воздействия внешних полей, экстремальных температур, в исследование неравновесных процессов с участием потока массы, энергии, энтропии, а также в решение физико-химического аспекта проблемы создания инжекторных слоёв для материалов спинтроники... работа... удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. №335, а её автор, Роман Владимирович Пушкарёв заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Отзыв заслушан на Объединённом научном семинаре **ИХТТ УрО РАН**, протокол от №2 от 03.09. 2018г.»

По теме диссертации соискатель имеет 6 работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, из них 4 – в российских рецензируемых журналах, и 2 – в зарубежных рецензируемых журналах. Все публикации входят в перечень журналов, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science. 19 тезисов докладов опубликованы в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Общий объём опубликованных работ составляет 64 стр. (4 усл. печ. л.).

Научные статьи по теме диссертации:

1. Pushkarev R.V., Fainer N.I., Katsui H., Kaichev V.V., Goto T. Structural features and surface composition of epitaxial $\alpha\text{-FeSi}_2$ films obtained by CVD // *Mater. Des.* – 2018. – V. 137. – P. 422-429.
2. Pushkarev R.V., Fainer N.I., Maurya K.K. Structural and magnetic properties of nanocomposite iron-containing SiC_xN_y films // *Superlattices Microstruct.* – 2017. – V. 102. – P. 119-126.
3. Пушкарев Р.В., Файнер Н.И., Голубенко А.Н., Румянцев Ю.М., Надолинный В.А., Максимовский Е.А., Коротаев Е.В., Каичев В.В. Синтез слоев Si-C-N-Fe из летучих кремнийорганических веществ-предшественников и ферроцена. Часть II. Характеризация слоев $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{Fe}_z$, полученных термическим разло-

жением трис(диэтиламино)силана, ферроцена и гелия // *Физика и химия стекла.* – 2016. – V. 42. – N. 5. – P. 65-73.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные, 5 – с замечаниями и 1 – без замечаний. Отзывы поступили от: *лауреата Государственной премии в области науки и техники, профессора химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова д.х.н. Зломанова В.П.* (г. Москва); ведущего научного сотрудника лаборатории оксидных систем ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН, *д.ф.-м.н., доцента Б.Г. Базарова* (г. Улан-Удэ); старшего научного сотрудника лаборатории физики магнитных пленок ФГБУН Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения РАН (ИФ СО РАН) *д.ф.-м.н. Мяжкова В.Г.* (г. Красноярск); зам. директора по научной работе ФГБУН Физико-технологического института им. К.А. Валиева РАН *д.ф.-м.н., доцента Руденко К.В.* (г. Москва); старшего научного сотрудника лаборатории физики магнитных пленок ИФ СО РАН *д.ф.-м.н., доцента Столяра С.В.* и научного сотрудника лаборатории физики магнитных пленок ИФ СО РАН *к.т.н. Ярославцева Р.Н.* (г. Красноярск); научного сотрудника лаборатории наноматериалов Центра фотоники и квантовых материалов Сколковского института науки и технологий, *к.х.н. Д.В. Красникова* (г. Москва).

Большинство замечаний к автореферату носят уточняющий характер по вопросам механизмов образования пленок $\alpha\text{-FeSi}_2$ и влиянию условий осаждения и пересыщений на структуру и равномерность состава по толщине пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{:Fe}$, выражена заинтересованность в результатах дальнейших исследований. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Р.В. Пушкарева **полностью соответствует** требованиям, которые ВАК РФ предъявляет к кандидатским диссертациям, а её автор Р.В. Пушкарев 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 формирования пленок различного состава, а также их характеристик с помощью широкого спектра физико-химических методов. Важен и значим вклад ведущей организации в области разработки методик получения композитных материалов сложного состава, а также исследования термодинамических равновесий в процессах получения различных материалов. Данные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- охарактеризован процесс взаимодействия кремниевой подложки с продуктами разложения ферроцена и определены условия, в которых возможен синтез железосодержащих пленок SiC_xN_y ;

- определены закономерности образования кристаллов железосодержащих фаз в процессе синтеза пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$ с использованием ферроцена в качестве источника железа;

- установлены закономерности изменения состава аморфной матрицы карбонитрида кремния SiC_xN_y от состава газовой среды: использование аммиака в качестве дополнительного газа приводит к получению пленок с самым высоким содержанием азота;

- установлена зависимость намагниченности насыщения и удельной проводимости пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$ от их состава и структуры;

- получены пленки, обладающие приемлемыми значениями электрофизических и магнитных характеристик для их применения в устройствах спинтроники.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- обнаружен эффект изменения ориентации кристаллитов в эпитаксиальных пленках $\alpha\text{-FeSi}_2$ на подложках $\text{Si}(100)$ с $\alpha\text{-FeSi}_2(001)\|\text{Si}(100)$ на $\alpha\text{-FeSi}_2(111)\|\text{Si}(100)$ при увеличении температуры осаждения с 900 до 1000 °С;

- установлены основные закономерности изменения состава и структуры пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$ от экспериментальных параметров (температуры осаждения, составов используемого кремнийорганического соединения и газовой среды);

- разработана методика изменения намагниченности насыщения и удельной проводимости пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$ (независимо друг от друга) в зависимости от условий их осаждения.

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

- разработана методика синтеза пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$, которая позволяет получать гетероструктуры $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}/\text{Si}$, представляющие интерес для изучения процесса инжекции спин-поляризованного тока из ферромагнитного полупроводника в кремний;

- определены интервалы экспериментальных условий, в которых возможно получение пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$, проявляющих парамагнитные или ферромагнитные свойства.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- в рамках работы использовался комплекс современных физико-химических методов исследования пленок: рентгенофазовый анализ, в том числе с использованием синхротронного излучения, энергодисперсионная спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, сканирующая и просвечивающая электрон-


ные микроскопии, спектроскопия электронного парамагнитного резонанса, метод полюсных фигур. Проведено исследование намагниченности и вольт-амперных характеристик. Полученные различными методами результаты не противоречат друг другу. Воспроизводимые результаты получены на большом количестве образцов и не противоречат известным закономерностям формирования схожих по составу пленок. Экспериментальные результаты успешно прошли рецензирование в тематических научных журналах и апробацию на 19-ти научных конференциях различного уровня, включая специализированные международные.

Личный вклад соискателя состоит в том, что: проведен поиск, анализ и обобщение литературных данных. Все экспериментальные исследования выполнены лично автором или при его непосредственном участии, в том числе эксперименты по синтезу пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$ методом химического осаждения из газовой фазы. Постановка цели и задач работы проведена совместно с научным руководителем, публикации подготовлены с научным руководителем и соавторами.

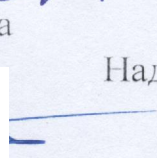
Диссертационный совет Д 003.051.01 на базе ИНХ СО РАН на заседании 21 ноября 2018 г., протокол № 18, пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», т.е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена задача получения ферромагнитных пленок $\text{SiC}_x\text{N}_y:\text{Fe}$ методом химического осаждения из газовой фазы, что необходимо для понимания закономерностей формирования сложных композитных материалов и для создания устройств спинтроники; принято решение присудить *Пушкареву Роману Владимировичу* ученую степень кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 28 (двадцати восьми) человек, из них 15 (пятнадцать) 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 – 28 (двадцать восемь), против присуждения учёной степени – 0 (нет), членских свидетельственных 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

21.11.2018 г.