

**Заключение диссертационного совета МГУ.01.05  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета от «21» октября 2020 г. № 5.

О присуждении Воробьевой Екатерине Андреевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Анизотропия тепловых и электрофизических свойств углеродных нанотрубок и полимерных композитов с их включением» по специальности 01.04.15 – «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика» принята к защите диссертационным советом 09 сентября 2020 года, протокол № 1.

Соискатель – Воробьева Екатерина Андреевна, 1989 года рождения, в 2012 году соискатель окончила ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика». С 2013 по 2015 гг. Воробьева Екатерина Андреевна была прикреплена к кафедре физики конденсированных сред физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в качестве соискателя по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния».

Соискатель работает в Научно-исследовательском институте ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (НИИЯФ МГУ) с 2012 г., в настоящее время в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в отделе физики атомного ядра НИИЯФ МГУ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Чеченин Николай Гаврилович, заведующий отделом физики атомного ядра НИИЯФ МГУ.

Официальные оппоненты:

1) Борисов Анатолий Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов»;

2) Образцова Елена Дмитриевна – кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН), Центр естественно-научных исследований ИОФ РАН, заведующий лабораторией спектроскопии наноматериалов отдела светоиндуцированных поверхностных явлений;

3) Булярский Сергей Викторович – доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук, главный научный сотрудник отдела разработок и исследований микро- и наносистем

– дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 33 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 15 работ, из них 14 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 01.04.15 – «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика». Основные работы по теме диссертации:

1. А.В. Макунин, К.Е. Бачурин, Е.А. Воробьева, А.А. Сердюков, Н.Г. Чеченин / Морфологические различия строения углеродных наноструктур и их связь с физическими особенностями технологий синтеза // Физика и химия обработки материалов. – 2011. – № 4. – С. 66-70, RINC: 0,410.

2. Н.Г. Чеченин, К.Е. Бачурин, А.В. Макунин, Е.А. Воробьева, П.Н. Черных / Влияние микроструктуры каталитической поверхности на рост углеродных нанотрубок методом пиролитического газофазного осаждения // Физика и химия обработки материалов. – 2012. – № 6. – С. 69-73, RINC: 0,410.

3. N.G. Chechenin, P.N. Chernykh, E.A. Vorobyeva, O.S. Timofeev / Synthesis and Electroconductivity of Epoxy/Aligned CNTs Composites // Applied Surface Science. – 2013. – Vol. 275. – P. 217-221, Impact Factor: 4,439.

4. Е.А. Воробьева, И.В. Макаренко, А.В. Макунин, В.А. Трифионов, Н.Г. Чеченин / Синтез и теплопроводность нанокompозитов с многостенными углеродными нанотрубками // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2015. – № 8. – С. 29-33, RINC: 0,616.

5. N.G. Chechenin, P.N. Chernykh, E.A. Vorobyeva, M.V. Dutka, D.I. Vainshtein, J.Th.M. De Hosson / Structure Phases of Fe Nanoparticles in Vertically Aligned Multi-Walled Carbon Nanotubes // Surface Investigation X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2015. – Vol. 9. No. 5. – P. 1044-1055, SJR: 0,236.

6. А.В. Макунин, Н.Г. Чеченин, Е.А. Воробьева, Д.А. Панкратов / Образование аксиально ориентированных полидисперсных нанокуглеродных структур при газопиролитическом осаждении из циклогексана с ферроценом // Физика и химия обработки материалов. – 2017. – № 3. – С. 72-78, RINC: 0,410.

7. K.D. Kushkina, A.A. Shemukhin, E.A. Vorobyeva, K.A. Bukunov, A.P. Evseev, A.A. Tatarintsev, K.I. Maslakov, N.G. Chechenin, V.S. Chernysh / Evolution of the multi-walled carbon nanotubes structure with increasing fluence of He ion irradiation// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 2018. – Vol. 430. – P. 11-17, Impact Factor: 1,323.

На автореферат и диссертацию дополнительных отзывов не поступило.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой квалификацией и наличием публикаций за последние 5 лет в области физики и технологии наноструктур, атомной и молекулярной физики.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задач, связанных с разработкой методов получения ориентированных и неориентированных углеродных

нанотрубок различных параметров (длиной, диаметром) с различными катализаторами и на различных подложках; исследованием структуры многостенных углеродных нанотрубок, роли и характеристик частиц катализатора в синтезированных углеродных нанотрубках; разработкой и созданием композитов на основе полимерных матриц с включением углеродных нанотрубок, в том числе ориентированных определенным образом; исследованием электро- и теплопроводности синтезированных композитов. Полученные результаты вносят значительный вклад в развитие исследований по физике наноструктур в России.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Структура нанокластеров Fe в углеродных нанотрубках имеет моноклинную искаженную гранецентрированную решетку, соответствующую деформированной гамма-фазе железа, с моноклинной деформацией кубической симметрии с осями  $c > a = b$  и с квадратной базой, трансформированной в ромбическую.

2. Соседние слои в многостенных углеродных нанотрубках не являются структурно когерентными.

3. При определенных условиях пиролитического газофазного осаждения ориентированные углеродные нанотрубки могут формировать структуру микротрубок.

4. Использование ориентированных определенным образом углеродных нанотрубок (УНТ) в полимерных композитах позволяет существенно (на 10 – 12 порядков) увеличить их электропроводность ( $\sigma = 0,85 \cdot 1 / (\text{Ом} \cdot \text{см})$ ), тем самым переводя материал из разряда диэлектриков в разряд проводников.

5. Теплопроводность эпоксидной смолы с ориентированными УНТ

(16,7% по объему) в 18,5 раз превышает теплопроводность исходной эпоксидной смолы, а также превышает теплопроводность эпоксидной смолы с неориентированными УНТ.

На заседании 21 октября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Воробьевой Е.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя ДС МГУ.01.05,  
д.ф.-м.н., профессор

А.Т. Рахимов

Ученый секретарь ДС МГУ.01.05,  
к.ф.-м.н.

Н.А. Власова

21 октября 2020 г.

Ученый секретарь  
Ученого Совета НИИЯФ МГУ  
к.ф.-м.н.

Сигаева Е. А.