

Заключение диссертационного совета МГУ.01.18 по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «20» декабря 2018 г. № 21

О присуждении Юсупову Хабибу Умаралиевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Термоэлектрические эффекты в полимерматричных композитах» по специальности 01.04.10 – физика полупроводников принята к защите диссертационным советом 15 ноября 2018 года, протокол № 18.

Соискатель, Юсупов Хабиб Умаралиевич, 1991 года рождения, в 2014 г. окончил Институт новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») по направлению 15.01.00 – материаловедение и технологии материалов, в 2018 г. окончил аспирантуру Института новых материалов и нанотехнологий НИТУ «МИСиС» по направлению 01.04.10 – физика полупроводников. Соискатель работает инженером кафедры Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов (ФНСиВТМ) Института новых материалов и нанотехнологий НИТУ «МИСиС».

Диссертация выполнена на кафедре Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС».

Научные руководители

- доктор физико-математических наук Ховайло Владимир Васильевич, ведущий научный сотрудник кафедры ФНСиВТМ НИТУ «МИСиС»;

- профессор Альберто Вомиеро, доцент кафедры Инженерных наук и математики Технологического университета Лулео.

Официальные оппоненты:

Иванов Олег Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий Белгородского государственного национального исследовательского университета,

Кульбачинский Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Глуховской Евгений Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией плёночных наноструктурированных материалов образовательно-научного Института наноструктур и биосистем Саратовского государственного университета имени Ю.А. Гагарина

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 3 работы, из них 3 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 01.04.10 – физика полупроводников, из них наиболее значимые:

1. Yusupov K., Stumpf S., You S., et al. Flexible thermoelectric polymer composites based on carbon nanotubes forest // *Advanced Functional Materials* **28** (2018) 1801246 (IF – 13.325).

2. Yusupov K., Zakhidov A., You S., et al. Influence of oriented CNT forest on thermoelectric properties of polymer-based materials // Journal of Alloys and Compounds **741** (2018) 392 (IF – 3.779).

3. Yusupov K., Khovaylo V., Muratov D., et al. Thermoelectric properties of polyacrylonitrile-based nanocomposites // Journal of Electronic Materials **45** (2016) 3440 (IF – 1.566).

На автореферат диссертации поступило 3 дополнительных отзыва, все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они обладают высокой квалификацией в области экспериментальных и теоретических исследований термоэлектрических свойств и физики полупроводников, а также компетентностью и наличием публикаций по специальности защищаемой соискателем диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

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 решена важная проблема установления механизмов влияния одно- и многостенных углеродных нанотрубок на термоэлектрические свойства полимерной матрицы поли (3,4-этилендиокситиофена) полистиролсульфоната.

Результаты работы могут быть использованы в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов.

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, в частности, автором установлено, что:

1. Вертикально-ориентированный «лес» углеродных нанотрубок в качестве наполнителя в термоэлектрических материалах на основе полимерной матрицы позволяет получать образцы с высокой степенью гомогенности и высокими значениями коэффициента Зеебека (~ 45 $\mu\text{В/К}$) и электрической проводимости (~ 1100 См/см). Это достигается за счёт структуры наполнителя, высокой степени ориентированности нанотрубок в матрице полимера и выравнивания полимерных цепей вдоль направления нанотрубок.
2. Оптимальной структурой с точки зрения термоэлектрических свойств при использовании «леса» углеродных нанотрубок в качестве наполнителя, является структура, состоящая из одного слоя наполнителя; использование структур с большим числом слоёв наполнителя приводит к ухудшению термоэлектрических свойств. Последующая химическая пост-обработка однослойных структур этиленгликолем позволяет повысить значения коэффициента Зеебека до ~ 60 $\mu\text{В/К}$ при электрической проводимости ~ 275 См/см за счёт делокализации изолирующего иона полистиролсульфоната.
3. При высаживании на поверхность нанотрубок кластеров золота, происходит образование новых квантовых состояний близ уровня Ферми со смещением

последнего в сторону зоны проводимости ($\Delta E \sim 0.12$ эВ), что является *n*-типом допирования, в то время как осаждение молекул хлорида золота, приводит к смещению уровня Ферми в сторону валентной зоны ($\Delta E \sim 1$ эВ), что является *p*-типом допирования, и также сопровождается формированием новых квантовых состояний близ уровня Ферми. При этом наибольшие значения коэффициента мощности при комнатной температуре достигаются для образца на основе необработанных одностенных углеродных нанотрубок (~ 200 $\mu\text{Вт}/\text{K}^2\text{м}$), а при температуре 415 К для образца на основе гибридных (обработанных хлоридом золота) нанотрубок ~ 170 $\mu\text{Вт}/\text{K}^2\text{м}$), что объясняется улучшением связи между матрицей полимера и углеродными нанотрубками за счёт делокализации полистирольсульфоната в матрице полимера и тем, что молекулы хлорида золота выступают как центры электронного рассеяния.

На заседании 20 декабря 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Юсупову Хабибу Умаралиевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 16, «против» – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета МГУ.01.18
доктор физико-математических наук,

профессор

Перов Николай Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного совета МГУ.01.18
кандидат физико-математических наук

Шапаева Татьяна Борисовна

20.12.2018