

Заключение диссертационного совета МГУ.013.7
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 14 сентября 2023 г., № 5

О присуждении Евсееву Александру Павловичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние облучения заряженными частицами на характеристики функциональных углеродных наноматериалов» по специальности 1.3.5. Физическая электроника принята к защите диссертационным советом 15 июня 2023 г., протокол № 5П.

Соискатель Евсеев Александр Павлович, 1995 года рождения, в 2019 году окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, в настоящий момент является аспирантом 4 года обучения на кафедре физической электроники физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, а также работает младшим научным сотрудником в НИИЯФ МГУ.

Диссертация выполнена на кафедре физической электроники физического факультета МГУ.

Научные руководители – доктор физико-математических наук, профессор Черныш Владимир Савельевич, заведующий кафедрой физической электроники физического факультета МГУ; кандидат физико-математических наук, Шемухин Андрей Александрович, заведующий лабораторией ионно-пучковых нанотехнологий отдела физики атомного ядра НИИЯФ МГУ.

Официальные оппоненты:

Бачурин Владимир Иванович, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории диагностики микро- и наноструктур, Ярославский филиал Физико-технологического института имени К.А. Валиева РАН,

Ковивчак Владимир Степанович, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории функциональной электроники Института радиофизики и физической электроники, Омский научный центр СО РАН,

Крупенин Владимир Александрович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник кафедры физики полупроводников и криоэлектроники физического факультета, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из них 9 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

A1. Evseev A.P., Vorobyeva E.A., Balakshin Yu.V., Kushkina K.D., Stepanov A.V., Chernysh V.S., Chechenin N.G., Shemukhin A.A. MWCNT-based surfaces with tunable wettability obtained by He⁺ ion irradiation // Surfaces and Interfaces. – 2021. – No23. – No109953. 10.1016/j.diamond.2023.109953,

авт.вклад 0.6 п.л. из 0.75 п.л. (WoS IF: 6.137).

A2. Евсеев А.П., Балакшин Ю.В., Воробьева Е.А., Степанов А.В., Кушкина К.Д., Татаринцев А.А., Шемухин А.А. Сравнение влияния флюенса ионного облучения на структуру многостенных углеродных нанотрубок различных диаметров // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. – 2021. – No2. – С. 24-28. [Evseev A.P., Balakshin Yu V., Vorobyeva E.A., Stepanov A.V., Kushkina K.D., Tatarintsev A.A., Shemukhin A.A. The Effect of Ion Irradiation Fluence on the Structure of Multiwall Carbon Nanotubes with Different Diameters // Moscow University Physics Bulletin. – 2021. – No76 (2). – С. 84-88. 10.3103/s0027134921020041, авт.вклад 0.5 п.л. из 0.63 п.л. (WoS IF: 0.536)]

A3. Kushkina K.D., Shemukhin A.A., Vorobyeva E.A., Bukunov K.A., Evseev A.P., Tatarintsev A.A., Maslakov K.I., Chechenin N.G., Chernysh V.S. Evolution of the multi-walled carbon nanotubes structure with increasing fluence of He ion irradiation // Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms. – 2018. – No430. – С. 11-17. 10.1016/j.nimb.2018.05.038, авт.вклад 0.32 п.л. из 0.88 п.л. (WoS IF: 1.279).

A4. А.И. Морковкин, Е.А. Воробьева, А.П. Евсеев, Ю.В. Балакшин, А.А. Шемухин. Модификация смачиваемости углеродных нанотрубок с помощью ионного облучения // Физика и техника полупроводников. - 2019. - No53(12). - С. 1692–1696. [A.I. Morkovkin, E.A. Vorobyeva, A.P. Evseev, Yu.V. Balakshin, A.A. Shemukhin. Modification of carbon-nanotube wettability by ion irradiation // Semiconductors. – 2019. – No53. – С. 1683–1687. 10.1134/S1063782619160188, авт.вклад 0.3 п.л. из 0.63 п.л. (WoS IF: 0.66).

A5. Elsehly E.M., Evseev A.P., Vorobyeva E.A., Balakshin Yu.V., Chechenin N.G. Structural changes in carbon nanotube based filters induced by irradiation with helium ions // J. Surf. Invest. X-ray, Synchr. Neutr. Techn. – 2022. – No15(1). – С. S60–S65. 10.1134/S1027451022020094, авт.вклад 0.4 п.л. из 0.75 п.л. (WoS IF: 0.359).

A6. Elsehly E.M., Евсеев А.П., Воробьева Е.А., Балакшин Ю.В., Чеченин Н.Г., Шемухин А.А. Влияние облучения ионами аргона на фильтрационные свойства многостенных углеродных нанотрубок // Письма в Журнал технической физики. - 2021. - No47(18). - С. 21–25. [Elsehly E.M., Evseev A.P., Vorobyeva E.A., Balakshin Yu.V., Chechenin N.G., Shemukhin A.A. The Effect of Argon Irradiation on the Filtration Properties of Multiwalled Carbon Nanotubes // Technical Physics Letters. – 22. 2022. – No48. – С. 58–61. 10.1134/S1063785022030026, авт.вклад 0.4 п.л. из 0.63 п.л. (WoS IF: 0.642).]

A7. Воробьева Е.А., Пешнина Д.О., Татаринцев А.А., Евсеев А.П., Шемухин А.А. Синтез полимерных композитов, армированных углеродными нанотрубками, и исследование их зарядки под пучком электронов // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика, астрономия. - 2022. - No4. - С. 25–29. [Vorobyeva E.A., Peshnina D.O., Tatarintsev A.A., Evseev A.P., Shemukhin A. A. Synthesis of polymer composites reinforced with carbon nanotubes and a study of their charging

under an electron beam // Moscow University Physics Bulletin. – 2022. – No77(4). – С. 622-626. 10.3103/s0027134922040130, авт.вклад 0.3 п.л. из 0.63 п.л. (WoS IF: 0.536).]

А8. Воробьева Е.А., Евсеев А.П., Татаринцев А.А., Пешнина Д.О., Шемухин А.А. Влияние энергии электронного пучка на характеристики зарядки полимерных композитов с включением углеродных нанотрубок // Письма в ЖТФ. – 2023. – том 49, вып. 12. – С. 34-38. 10.21883/PJTF.2023.12.55572.19556, авт.вклад 0.3 п.л. из 0.63 п.л. (РИНЦ IF: 0.456)

А9. Elsehly E.M., Evseev A.P., Vorobyeva E.A., Balakshin Yu V., Nazarov A.V., Stepanov A.V., Dimitrieva A.I., Popov A.P., Kovalenko A.V., Yumanov D.S., Abo-Neima S., Chechenin N.G., Shemukhin A.A. Surface antibacterial activity of multi-walled carbon nanotubes with an intrinsic and radiation-induced disorder // Diamond and Related Materials. – 2023. – No. 109953. 10.1016/j.diamond.2023.109953, авт.вклад 0.6 п.л. из 1.38 п.л. (WoS IF: 3.806).

На диссертацию и автореферат поступил 1 дополнительный отзыв, положительный.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области взаимодействия ионов с поверхностью, физики конденсированного состояния вещества, воздействия ионных пучков на углеродные наноматериалы и имеют публикации по соответствующим тематикам.

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 задачи направленного ионно-пучкового модифицирования структуры и свойств многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ), а также получения композитного материала с низким коэффициентом вторичной электронной эмиссии, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний – взаимодействия заряженных частиц с поверхностью наноматериалов.

Продемонстрированная возможность управлять смачиваемостью поверхности спрессованной таблетки из МУНТ при помощи ионного облучения может использоваться для создания градиента смачиваемости – это позволит управлять перемещением жидкости по поверхности, что востребовано в устройствах микрофлюидики и сенсорах, устройствах типа «лаборатория-на-чипе». Увеличение эффективности фильтрации тяжелых металлов и ингибирования роста колоний E.coli с помощью облученных МУНТ позволит использовать их в качестве компактных и легких фильтров для воды, а также антибактериальных добавок для биомедицинских приложений. Полученные нанокompозитные покрытия с низкой вторичной электронной эмиссией могут быть востребованы в электронных ускорителях и спектрометрах.

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. Модифицирование структуры изначально дефектных МУНТ со средним диаметром более 80 нм при облучении ионами гелия с энергией 80 кэВ проходит в две стадии. На первой стадии происходит удаление внешних неоднородных графитизованных слоев и уменьшение диаметра МУНТ более чем на 30% (при флюенсах менее 5×10^{15} ион/см²), на второй стадии, при увеличении флюенса до 2×10^{16} ион/см², диаметр МУНТ увеличивается до исходных значений, при этом доля связей с sp³-гибридизацией возрастает до 20%.

2. При облучении МУНТ с внешним диаметром до 50 нм ионами гелия с энергией 80 кэВ зависимость скорости накопления дефектов от диаметра нанотрубок не проявляется вплоть до значений флюенса 10^{16} ион/см². Однако при дальнейшем увеличении флюенса нанотрубки меньшего диаметра (5-15 нм) разупорядочиваются быстрее: при флюенсе 3×10^{16} ион/см² доля связей с sp³-гибридизацией оказывается выше более чем на 25%, а отношение интегральных интенсивностей пиков D и G на спектрах комбинационного рассеяния выше более чем на 30%.

3. При облучении МУНТ ионами гелия с энергией 80 кэВ угол смачивания зависит от флюенса: при флюенсах менее 10^{16} ион/см² образцы становятся супергидрофобными, с увеличением флюенса угол смачивания резко уменьшается и зависит от диаметра нанотрубок: при флюенсе 4×10^{16} ион/см² для МУНТ больших диаметров (20-50 нм) до значения 140°, для МУНТ меньших диаметров (5-15 нм) до значения 50°.

4. Коэффициент вторичной электронной эмиссии в полимерных композитах зависит от типа внедряемых углеродных наполнителей: при энергии электронного пучка 10 кэВ для чистого полимера, полимера с неориентированными МУНТ и техническим углеродом получен коэффициент вторичной электронной эмиссии выше 0.9, для полимерных композитов с ориентированными нанотрубками получен коэффициент ниже 0.2.

На заседании 14 сентября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Евсееву А.П. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
профессор

Федянин А.А.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доцент

Карташов И.Н.