



УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по НИР  
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Алексей Александрович Короновский

«29» \_\_\_\_\_ 2018 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

по диссертации **Савостьянова Георгия Васильевича** «Закономерности протекания электрического тока в окисированных графеновых нанолентах типа «зигзаг» и разветвленных структурах на основе нанотрубок типа «кресло»» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.04 - «Физическая электроника» и 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», выполненной на кафедре радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора СГУ от 22.06.2015 № 78-Д, переутверждена в новой редакции приказом ректора СГУ от 08.05.2018 № 86-Д.

**Савостьянов Георгий Васильевич** в 2013 г. окончил ФГБОУ ВПО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Прикладная математика и информатика» с присвоением квалификации «математик, системный программист».

Справка об обучении №27-2018 выдана 18.05.2018 Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Диплом об окончании аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» выдан в 2017 г. ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

В период подготовки диссертации соискатель обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность «Физическая электроника», работал ассистентом на кафедре радиотехники и электродинамики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Научный руководитель – Глухова Ольга Евгеньевна, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», утвержденный приказом ректора СГУ от 22.06.2015 № 78-Д, представила положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на расширенном заседании кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю диссертации из других структурных подразделений СГУ и других образовательных учреждений высшего образования и научных учреждений. На заседании присутствовали:

1. Глухова Ольга Евгеньевна, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
2. Усанов Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики твердого тела факультета нано- и биомедицинских технологий ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

3. *Аникин Валерий Михайлович*, доктор физико-математических наук, профессор, декан физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
4. *Скрипаль Александр Владимирович*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики твёрдого тела факультета нано- и биомедицинских технологий ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
5. *Пластун Инна Львовна*, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры "Информационная безопасность автоматизированных систем" Института прикладных информационных технологий и коммуникаций ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».
6. *Шановалов Александр Степанович*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
7. *Давидович Михаил Владимирович*, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
8. *Тен Галина Николаевна*, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
9. *Накрап Ирина Александровна*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
10. *Гребенюк Константин Александрович*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
11. *Слепченков Михаил Михайлович*, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
12. *Павлючук Вячеслав Алексеевич*, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий инженер кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
13. *Шунаев Владислав Викторович*, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ университет имени Н.Г. Чернышевского».
14. *Савостьянов Георгий Васильевич*, ассистент кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
15. *Шмыгин Дмитрий Сергеевич*, аспирант, ассистент кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
16. *Андреанов Виталий Геннадьевич*, заведующий учебной лабораторией электрорадиотехники физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
17. *Колосов Дмитрий Андреевич*, инженер кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
18. *Асанов Кирилл Романович*, программист отдела математического моделирования образовательно-научного института наноструктур и биосистем ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».
19. *Барков Павел Валерьевич*, инженер кафедры радиотехники и электродинамики физического факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Рецензенты диссертации:

*Байбурин Вил Бариевич*, заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность автоматизированных систем» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» дал положительный отзыв.

*Рыскин Никита Михайлович*, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой нелинейной физики физического факультета ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» дал положительный отзыв.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

В диссертации Савостьянова Г.В. проведено теоретическое исследование закономерностей протекания электрического тока в окисированных графеновых нанолентах типа «зигзаг» и разветвленных структурах на основе нанотрубок типа «кресло», составляющих основу для разработок новых электронных приборов и устройств. Исследование осуществлялось путем проведения вычислительного эксперимента на базе разработанных в рамках данной диссертации математических моделей и реализующих их программных продуктов с использованием многопроцессорных вычислительных систем кластерного типа.

#### **Научная новизна результатов работы.**

1. Показано, что величина контактного сопротивления Т-образных соединений между одностенными углеродными нанотрубками (ОУНТ) типа «кресло» диаметром 1.5 нм принимает значения в диапазоне от 20 до 100 кОм, что более чем на порядок ниже величины контактного сопротивления между ОУНТ, связанными силами Ван-дер-Ваальса. При этом шовные Т-образные соединения ОУНТ диаметром 1.5 нм, имеющие в месте соединения не менее 12 ковалентных связей, при нормальных условиях имеют тот же порядок величины контактного сопротивления, что и бесшовные Т-образные соединения.
2. Показано, что удельная электропроводность разветвленных твердотельных структур (РТС) из ОУНТ увеличивается более чем в три раза по мере увеличения упорядоченности ОУНТ, при этом в интервале плотностей РТС от 6 до 60 кг/м<sup>3</sup> зависимость электропроводности РТС из ОУНТ от плотности РТС близка к линейной при фиксированной величине упорядоченности нанотрубок.
3. Установлено, что осаждение в линию конечного числа атомов кислорода вдоль наноленты типа «зигзаг» приводит к появлению серии участков нулевой локальной плотности электронных состояний, ширина которых увеличивается при уменьшении расстояния между атомами кислорода.
4. Установлено, что по мере увеличения ширины окисированных графеновых нанолент краевые электронные состояния оказывают меньшее влияние на электронный транспорт и сильнее блокируются с ростом концентрации кислорода.
5. Развита математическая модель окисированных графеновых нанолент типа «зигзаг» с неупорядоченным расположением атомов кислорода путем представления структуры наноленты в виде последовательности бездефектных и дефектных сегментов с учетом особенностей их атомного и электронного строения.
6. Предложена новая вычислительная схема для исследования электронной проводимости в протяженных наноструктурах с неоднородностями и разветвлениями, основанная на оригинальной комбинации метода неравновесных функций Грина-Келдыша, метода SCC-DFTB и метода Эвальда и отличающаяся от существующих вычислительных схем возможностью учета энергии самосогласованного заряда в рамках метода SCC-DFTB.
7. Реализованы параллельные алгоритмы для осуществления высокопроизводительных вычислений: поверхностных функций Грина и функции пропускания на базе метода Санчо-Рубио, энергии электростатического взаимодействия в

периодических системах на базе метода Эвальда, молекулярной динамики на основе пространственной декомпозиции.

8. Создан новый комплекс программ для исследования атомного строения и электрофизических характеристик твердотельных углеродных наноструктур, молекулярных структур и кластеров, включающий в себя пользовательский графический интерфейс, программный пакет Kvazar, реализующий метод SCC-DFTB и метод молекулярной динамики на базе потенциала AIREBO, и программный пакет Mizar, реализующий метод неравновесных функций Грина-Келдыша и его оригинальную модификацию.

#### **Научно-практическая значимость результатов.**

Величины контактного сопротивления шовных Т-образных соединений демонстрируют достаточно низкий порядок значений для обеспечения высокой удельной электропроводности РТС из ОУНТ. Поэтому в соответствующих практических приложениях можно ограничиться получением шовных соединений между ОУНТ, которые могут быть созданы при менее сложных технологических условиях, чем бесшовные соединения.

Наличие участков нулевой локальной электронной плотности вблизи энергии Ферми в оксидированных нанолентах типа «зигзаг» может быть использовано для реализации ключевого режима работы нанотранзисторов.

Разработанные программные пакеты применимы для изучения и оптимизации характеристик наноструктурированных материалов, в том числе для исследования электронной проводимости твердотельных углеродных наноструктур, протяженных в одном направлении и имеющих нерегулярные включения и разветвления.

**Ценность научных работ** соискателя состоит в том, что рассмотренные в работе и публикациях вопросы имеют в настоящее время большое практическое значение. Методы численного моделирования электронного транспорта в наноструктурах с учетом процессов упругого рассеяния необходимы для решения широкого круга практических задач, связанных с миниатюризацией компонентов современной электроники, поскольку электронная проводимость наноразмерных объектов напрямую зависит от их атомной структуры. Большое внимание в работе уделено подходам, позволяющим расширить масштабы описываемых систем в рамках их полноатомного представления, что имеет важное значение с позиции расширения возможностей современного компьютерного моделирования физических явлений в твердотельных микро- и наноструктурах, молекулярных структурах и кластерах.

#### **Апробация работы.**

Основные результаты работы докладывались на международных и всероссийских научных конференциях: Третьей международной конференции по обработке и характеристике материалов ICMPC, (г. Хайдарабад, Индия, 2014), Международной школе для студентов и молодых ученых по оптике, лазерной физике и биофизике Saratov Fall Meeting (г. Саратов, 2014 – 2017 гг.), Всероссийской конференции молодых ученых «Нанoeлектроника, нанофотоника и нелинейная физика» (г. Саратов, 2013 – 2017 гг.), Всероссийской научной молодежной конференции «Актуальные проблемы нано- и микроэлектроники» (Уфа, 2014 – 2016 гг.), Первой российской конференции «Графен: молекула и 2D-кристалл» (г. Новосибирск, 2015), II Всероссийской микроволновой конференции (г. Москва, 2014), III Международной научно-практической конференции: «Инженерные приложения на базе технологий NI - NIDays 2014» (г. Москва, 2014).

Исследования проводились при поддержке грантов ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» №14.578.21.0221, Министерства образования и науки

Российской Федерации в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности № 3.1155.2014/К, РФФИ №1529-01025-офи-м (2015-2017 гг.) № 15-07-06307 (2015-2017 гг.), мол\_а №14-01-31508, № 14-01-31429 мол\_а (2014-2015 гг.), Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере "Участник молодежного научно инновационного конкурса" №1489ГУ1/2014 (2014-2016 гг).

**Личный вклад.** Все основные результаты, представленные в диссертации, были получены лично автором. Постановка задач и обсуждение полученных результатов проводились автором при участии научного руководителя д.ф.-м.н., профессора Глуховой Ольги Евгеньевны и соавторов работ. Автор проектировал и разрабатывал программные пакеты Kvaazar и Mizar, используемые при выполнении работы.

**Достоверность полученных результатов** исследования обеспечивается корректностью используемых методов для описания атомной и электронной структуры углеродных многоатомных систем, согласованностью получаемых при расчетах энергетических и электрофизических характеристик рассматриваемых объектов с имеющимися теоретическими и экспериментальными результатами, опубликованными в ведущих отечественных и зарубежных изданиях, широкой апробацией результатов работы.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 25 печатных работ, 13 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и международных периодических изданиях, 12 – в трудах конференций. На разработанные программные пакеты было получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Статьи в изданиях из списка ВАК РФ и международных периодических изданиях:

1. Глухова О. Е., Савостьянов Г. В. Исследование электронной проводимости каркасного наноматериала на основе разветвленной сети углеродных нанотрубок // Радиотехника. — 2017. — № 7. — С. 107—111.
2. Глухова О. Е., Савостьянов Г. В. Транспортные свойства оксидированных графеновых нанолент с зигзагообразным краем: влияние эпоксидных групп // Нано- и микросистемная техника. — 2017. — Т. 19, № 7. — С. 387—394.
3. Laser structuring of carbon nanotubes in the albumin matrix for the creation of composite biostructures / A. Y. Gerasimenko, O. E. Glukhova, G. V. Savostyanov, V. M. Podgaetsky // J. Biomed. Opt. — 2017. — Vol. 22. — P. 065003.
4. Laser Structuring of Carbon Nanoframe in a Protein Matrix for the Creation of 3-D Composite Materials and Coatings for Applications in Tissue Engineering / A. Yu. Gerasimenko, O. E. Glukhova, G. V. Savostyanov, M. Savelyev, L. P. Ichkitidze, Y. Masloboev, S. Selishchev, V. M. Podgaetsky // Proceedings of SPIE-OSA. — 2017. — Vol. 10413. — 104130K.
5. Enhancement of the Conductivity of Nanomaterial Layers by Laser Irradiation / L. P. Ichkitidze, O. E. Glukhova, G. V. Savostyanov, A. Yu. Gerasimenko, V. M. Podgaetsky, S. V. Selishchev, N. N. Zhurbina // Proceedings of SPIE. — 2017. — Vol. 10417. — P. 1041708.
6. Перспективный композитный материал на основе нанотрубок и графена для эмиссионной электроники / О.Е. Глухова, А.С. Колесникова, М.М. Слепченков, Г.В. Савостьянов, Д.С. Шмыгин // Радиотехника. — 2015. — № 7. — С. 64—69.
7. Giga- and terahertz-range nanoemitter based on peapod structure / O. E. Glukhova, M. M. Slepchenkov, A. S. Kolesnikova, I. Nefedov, I. V. Anoshkin, A. G. Nasibulin, G. V. Savostyanov // Nano Research. — 2015. — Vol. 8. — P. 2595—2602.

8. Прогнозирование стабильности и электронных свойств углеродных наноторов, синтезируемых при высоковольтном импульсном разряде в парах этанола / О. Е. Глухова, В. А. Кондрашов, В. К. Неволин, И. И. Бобринецкий, **Г. В. Савостьянов**, М. М. Слепченков // Физика и техника полупроводников. — 2016. — Т. 50, № 4. — С. 509—514.

9. Новые графеновые нанотехнологии манипулирования молекулярными объектами / О. Е. Глухова, **Г. В. Савостьянов**, М. М. Слепченков, В. В. Шунаев // Письма в ЖТФ. — 2016. — Т. 42, № 11. — С. 56—63.

10. Синтез тороидальных наноструктур в парах углеродсодержащего газа и прогнозирование их стабильности / О. Е. Глухова, **Г. В. Савостьянов**, В. А. Кондрашов, В. К. Неволин, И. Бобринецкий, М. М. Слепченков // Нано- и микросистемная техника. — 2015. — Т. 3, № 176. — С. 42—51.

11. Методика определения областей, требующих квантового описания в рамках гибридного метода (квантовая механика/молекулярная механика). / О. Е. Глухова, **Г. В. Савостьянов**, А. С. Колесникова, М. М. Слепченков // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. — 2013. — Т. 13, 4(1). — С. 59—66.

12. Simulation of the formation for molecular compounds of nanotubes with different chirality indexes to create new molecular devices on their basis / О. Е. Glukhova, М. М. Slepchenkov, А. S. Kolesnikova, **G. V. Savostyanov** // Proceedings SPIE. — 2015. — Vol. 9339. — P. 933910.

13. Влияние топологии на механические свойства углеродных наноторов: прогностическое моделирование / О. Е. Глухова, **Г. В. Савостьянов**, А. С. Колесникова, М. М. Слепченков // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. — 2014. — Т. 14, № 4—1. — С. 448—455.  
В сборниках трудов конференций

14. Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.** Исследование процесса образования ковалентных связей между УНТ и их роли в электропроводности матриц из УНТ // «Нанoeлектроника, нанoфотоника и нелинейная физика»: тезисы докладов XII Всероссийской конференции молодых ученых. — Саратов: Изд-во «Техно-Декор», 2017. — С. 229—230.

15. Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.** Влияние оксидирования на электропроводность графеновых нанолент с зигзагообразным краем // Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2016: материалы Международного симпозиума и Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting 2016 / под ред. Г. В. Симоненко, В. В. Тучина. — Саратов : Издательство «Новый ветер», 2016. — С. 21—25.

16. Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.** Влияние оксидирования на электропроводность графеновых нанолент с зигзагообразным краем // Актуальные проблемы микро- и нанoeлектроники: сборник тезисов докладов IV Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием / под ред. Р. Бахтизин. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. — С. 157—158.

17. Программный комплекс «KVAZAR» для моделирования молекулярных систем / О. Е. Глухова, А. С. Колесникова, **Г. В. Савостьянов**, М. М. Слепченков, Д. С. Шмыгин, А. А. Зыктин, А. С. Курылева // Проблемы оптической физики и биофотоники: Материалы 19-ой Международной молодежной научной школы по оптике, лазерной физике и биофизике SFM-2015. — Саратов : Издательство «Новый ветер», 2015. — С. 85—91.

18. Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.**, Шмыгин Д. С. Программный пакет для моделирования наноустройств и молекулярных систем // «Нанoeлектроника, нанoфотоника и нелинейная физика»: тезисы докладов X Всероссийской конференции молодых ученых. — Саратов : Издательство «Техно-Декор», 2015. — С. 208—209.

19. Математическое моделирование наноструктур и биосистем / **Г. В. Савостьянов**, Д. С. Шмыгин, О. Е. Глухова, М. М. Слепченков, А. С. Колесникова //

Программа и тезисы докладов Первой российской конференции «Графен: молекула и 2D-кристалл». — Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2015. — С. 180.

20. О. Е. Glukhova, M. M. Slepchenkov, **G. V. Savostyanov**. A new approach to dynamical determination of the active zone in the framework of the hybrid model (quantum mechanics/ molecular mechanics) // Procedia Materials Science. Vol. 6. — Elsevier, 2014. — P. 256—264.

21. New it-solutions for breakthrough research in nano- and bioelectronics / **G. V. Savostyanov**, O. E. Glukhova, A. S. Kolesnikova, M. M. Slepchenkov // Materials of the International scientific-practical conference «INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES». Part 2 / ed. by S. U. Uvaysov. — M.: HSE, 2014. — P. 314—318.

22. **Савостьянов Г. В.**, Шмыгин Д. С., Глухова О. Е. Изучение механических и электронных свойств нанотроек // Сборник тезисов II Всероссийской научной молодежной конференции «Актуальные проблемы нано- и микроэлектроники». — Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. — С. 171.

23. Изучение процесса формирования соединения нанотроек различной хиральности с целью создания на их основе новых радиоэлектронных устройств / О. Е. Глухова, А. С. Колесникова, М. М. Слепченков, **Г. В. Савостьянов**, // Сборник тезисов II Всероссийской микроволновой Конференции. — Издание JRE, 2014. — С. 149—153.

24. Разработка программного комплекса, реализующего гибридную модель QM/MM, для изучения атомного строения и свойств наносистем / **Г. В. Савостьянов**, А. Н. Савин, О. Е. Глухова, М. М. Слепченков, А. С. Колесникова // Материалы XIII международной научно-практической конференции: "Инженерные приложения на базе технологий NI - NIDays 2014". — М.: ДМК-пресс, 2014. — С. 60—62.

25. Точный расчет спектральной функции многослойной графеновой наноленты / **Г. В. Савостьянов**, Д. С. Шмыгин, А. А. Клецов, О. Е. Глухова // Тезисы докладов VIII Конференции молодых ученых «Наноэлектроника, нанофотоника и нелинейная физика». — Саратов: издательство Саратовского университета, 2013. — С. 282—284.

Свидетельства на программные продукты:

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014610217 «Многопроцессорный программно-информационный комплекс моделирования молекулярных систем для супер-ЭВМ 'Kvazar'». Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.**, Сафонов Р. А.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016612893 «Многопроцессорный программно-информационный комплекс моделирования кристаллических структур для супер-ЭВМ 'Mizar'». Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.**

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016619185 «Многопроцессорный программно-информационный комплекс моделирования молекулярных систем для супер-ЭВМ 'KVAZAR II'». Глухова О. Е., **Савостьянов Г. В.**, Шмыгин Д. С.

**Общая оценка диссертации.** Диссертационная работа «Закономерности протекания электрического тока в окислированных графеновых нанолентах типа «зигзаг» и разветвленных структурах на основе нанотроек типа «кресло»» по структуре и содержанию является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальных задач физической электроники и математического моделирования, заключающихся в разработке и развитии математических моделей наноструктур, а также теоретическом исследовании влияния окислирования на протекание электрического тока в графеновых нанолентах и структуры контактов между ОУНТ на проводимость разветвленных структур на их основе. Диссертационная работа выполнена на высоком уровне с применением современных методов теоретического исследования. Основные результаты работы достаточно полно представлены в статьях.

Тема диссертации соответствует специальностям 01.04.04 – «Физическая электроника» и 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Диссертация удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация «Закономерности протекания электрического тока в оксидированных графеновых нанолентах типа «зигзаг» и разветвленных структурах на основе нанотрубок типа «кресло»» Савостьянова Георгия Васильевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.04 - «Физическая электроника» и 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» как удовлетворяющая критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» для кандидатских диссертаций.

Присутствовало 8 докторов наук и 5 кандидатов наук по профилю диссертации.

Результаты открытого голосования: «за» – 13 чел.; «против» - нет, «воздержалось» – нет (протокол №10 от «21» мая 2018 г.)

Председатель заседания –  
профессор кафедры радиотехники и  
электродинамики физического  
факультета ФГБОУ ВО «СГУ имени  
Н.Г.Чернышевского», д.ф.-м.н.,  
профессор



Давидович Михаил Владимирович

