

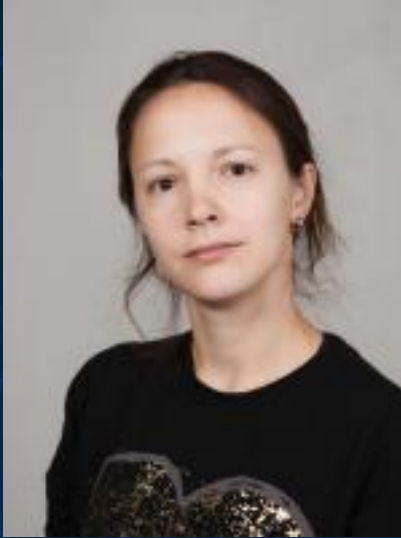
Научная библиотека СВФУ им. М. К. Аммосова
Читальный зал периодических изданий



**22
31**
**десятилетие
науки и технологий**

**Научные публикации
молодых исследователей
СВФУ им. М.К. Аммосова**

Куркина Ирина Ивановна



Кафедра "Радиофизика и электронные системы" - Учебно-научно технологическая лаборатория "Графеновые нанотехнологии»

Старший научный сотрудник

Научные интересы:

Графеновые материалы, функционализация графена, спектроскопия комбинационного рассеяния света, атомно-силовая микроскопия, практическое применение графена.

Научные гранты:

Стипендия президента РФ молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики на 2021-2023 гг. Тема: Влияние времени фторирования на структурные, электрические и оптические свойства фторированного графена и структур графен/фторированный графен/кремний.

Куркина, И. И. Исследование структурных, электрических и оптических свойств фторированного графена и структур графен/фторированный графен/кремний / И. И. Куркина // Новые материалы и технологии в условиях Арктики : Материалы V Международной конференции с элементами научной школы, Якутск, 14–18 июня 2022 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 2022. – С. 43-44.

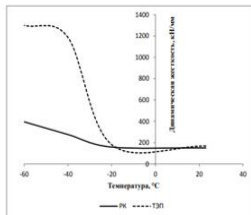


Рисунок 1 – Изменение динамической жесткости материала в зависимости от температуры

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА И СТРУКТУР ГРАФЕН/ФТОРИРОВАННЫЙ ГРАФЕН/КРЕМНИЙ

Куркина И.И.

СФФУ им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

i.i.kurkina@sfedu.ru

« INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL, ELECTRICAL, AND OPTICAL PROPERTIES OF FLUORINATED GRAPHENE AND GRAPHENE/FUORINATED GRAPHENE/SILICON STRUCTURES »

Фторированный графен – это производная графена с образованием связи CF для углерода, находящегося в базисной плоскости графена, электрические свойства которого можно настраивать, изменяя соотношение CF. Фторографен – идеальный случай фторированного графена, когда каждый атом углерода связан с атомом фтора – считается одним из самых тонких изоляторов.

В настоящей работе представлены результаты исследования оптических, структурных и электрических свойств суспензии и пленки фторированного графена и структур графен/фторированный графен/кремний. Был получен набор графеновых суспензий, часть которых проходила через мембранный фильтр с размером пор 1,2 мкм, 0,4 мкм, 0,2 мкм, для того чтобы выявить, как влияет размер коллоидных частиц на время фторирования. Полученные графеновые суспензии фторировали в водном растворе фторокарбонной кислоты в герметичной емкости от 4 до 28 дней. Изучили набор суспензий фторированного графена (ФГ) с разным процентом фторирования. Для исследования оптической непрозрачности были использованы как суспензии ФГ, так и пленки ФГ, нанесенные на полиэтиленгликолевую подложку (ПЭГГЛ). Для исследования структурных и электрических свойств использовалась рентгеновая микроскопия (ЭД), на которую нанесили суспензии ФГ, и после высушивания образовывалась пленка ФГ на Si (ФГ/Si). С использованием пленки ФГ были созданы структуры графен/фторированный графен/кремний (ГФ/ФГ/Si), электрические свойства которых сравниваются со структурой Si/MoS₂, G-ФГ/MoS₂Si и G-ФГ/MoS₂/ФГ/Si. Предполагается, что фторированный графен улучшает электрические характеристики структур для использования их в качестве оптических элементов.

Работа выполнена по проекту FSRG-2020-0017 государственного задания Минобрнауки России на

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49580222>



Куркина, И. И. Сравнение структурных и электрических свойств фторированного графена, оксида графена и графеновых пленок, функционализированных N-метилпирролидоном / И. И. Куркина, Ф. Д. Васильева // . – 2018. – Т. 59, № 4. – С. 850-858.

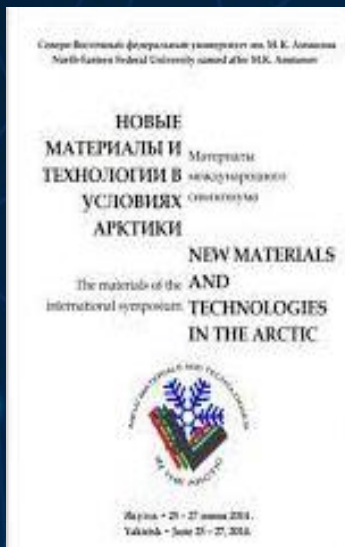
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35104061>

В статье представлено сравнение структурных и электрических свойств фторированного графена (ФГ), оксида графена (ОГ) и графеновых пленок, функционализированных N-метилпирролидоном (Г-NMP). Функционализированные графеновые пленки получались сплошными, без разрывов, толщиной 20-50 нм. Фторированные пленки формируются из фторированных областей и графеновых островков, которые имеют гофрировку. На поверхности Г-NMP образуются микроструктуры, размер и форма которых зависят от времени обработки в NMP. Пленки ОГ имели морщинистую морфологию поверхности. Сопротивление всех пленок функционализированного графена увеличилось по сравнению с сопротивлением графеновой пленки (единицы килоом). Пленки ОГ и ФГ демонстрируют диэлектрические свойства. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) ФГ имеют две особенности: ступенчатое увеличение тока и отрицательное дифференциальное сопротивление.



Куркина, И. И. Отрицательное дифференциальное сопротивление в пленках, созданных из частично фторированной графеновой суспензии / И. И. Куркина, С. А. Смагулова // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2018. – № 1(63). – С. 51-59.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32585564>

Графен является на сегодняшний день материалом, который может заменить кремний в электронике. Помимо обычных линейных или выходящих на насыщение характеристик, ожидаемых на устройствах на основе графена, появление заметных нелинейных эффектов, таких как отрицательное дифференциальное сопротивление (ОДС) на вольт-амперных характеристиках (ВАХ), привлекло значительный исследовательский интерес. Устройства ОДС используются в широком диапазоне применений, включающих частотные умножители, быстрые переключатели, высокочастотные генераторы, работающие до ТГц диапазона. Однако ОДС в графене относительно слабое из-за нулевой запрещенной зоны. Создание материала на основе графена, обладающего запрещенной зоной и способного демонстрировать ОДС на ВАХ, является сегодня значимой задачей для практических приложений.



Огонеров, К. Л. Исследование спектров комбинационного рассеяния света гибридных структур мультиграфен/N-метилпирролидон / **К. Л. Огонеров, И. И. Куркина** // Новые материалы и технологии в условиях Арктики : Материалы международного симпозиума, Якутск, 25–27 июня 2014 года / Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова. – Якутск: Центр научного знания "Логос", 2014. – С. 376-381.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23284844>

С помощью интеркаляции мультиграфена (MG) N-метилпирролидоном (NMP) с последующим отжигом при разных температурах был получен гибридный материал MG/NMP. В зависимости от температуры процесса создания и времени интеркаляции гибридизация атомов углерода изменялась от sp^2 к sp^3 . На спектрах комбинационного рассеяния появляются новые пики (~ 1138 см $^{-1}$ и ~ 1510 см $^{-1}$), связанные с изменением характера гибридизации и присоединением атомов водорода, что сказывается на электронной структуре мультиграфена, и становится возможным формирование запрещенной зоны. Химически модифицированный графен может быть использован в полупроводниковой электронике.



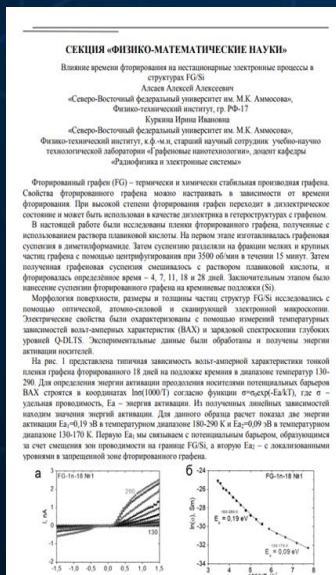
Тонкие частично восстановленные оксид-графеновые пленки: структурные, оптические и электрические свойства / И. И. Куркина, Г. Н. Александров, С. А. Смагулова, А. Н. Капитонов [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2014. – Т. 9, № 7-8. – С. 19-23.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21981407>

Созданы и исследованы высокоомные ($10^4 \text{ Ом}/\square$) оксид-графеновые (ОГ) пленки, толщина которых варьировалась в широких пределах - от 5 нм до нескольких микрометров. Пленки толщиной 5-150 нм на стекле имели прозрачность для длин волн 400-700 нм 93-98 %, а прозрачность подвешенной пленки площадью 2-3 см² и толщиной 200-400 нм составляла 82-90 %. При длительном восстановлении таких пленок в парах гидразина сопротивление уменьшается до $10^2 \text{ Ом}/\square$. Предложен новый подход, позволяющий восстанавливать в парах гидразина только верхние слои оксид-графеновой пленки и создавать тонкопленочные структуры, включающие в себя проводящие и диэлектрические слои.



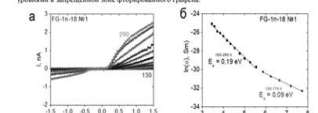
Куркина, И. И. Исследование мультиграфена методом комбинационного рассеяния света разных длин волн / И. И. Куркина, С. А. Смагулова // **Инновационное развитие современной науки : Сборник статей Международной научно-практической конференции: В 9 частях, Уфа, 31 января 2014 года / Ответственный редактор А.А. Сукиасян. Том Часть 8. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 191-195.**

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21559072>



Куркина И. И., Алсаев, А. А. Влияние времени фторирования на нестационарные электронные процессы в структурах FG/Si / И. И. Куркина, А. А. Алсаев, // **Аммосов-2021 : Сборник материалов научно-практической конференции студентов СВФУ, Якутск, 12 апреля 2021 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2021. – С. 592-593.**

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48330165>





Куркина, И. И. Получение и исследование оксида графена / И. И. Куркина, Ф. Д. Васильева, П. В. Винокуров // XVII и XVIII Лаврентьевские чтения : сборник статей научной конференции школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых Республики Саха (Якутия), Якутск, 15 апреля 2013 года – 18 2014 года. – Якутск: Международный центр научно-исследовательских проектов, 2015. – С. 37-40. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24982316>

В работе получена суспензия оксида графена по модифицированному методу Хаммерса. Было сделано три образца: мембрана из оксида графена (ОГ), ОГ, перенесенный на кремниевую подложку с медной фольги и ОГ, нанесенный непосредственно на кремниевую подложку. Образцы исследовались с помощью оптической микроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния света и атомно-силовой микроскопии, проводились электрофизические измерения.