

Отзыв на диссертацию
Ирины Ивановны Куркиной «**ТОНКИЕ ПЛЕНКИ ИЗ СУСПЕНЗИИ
ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА: СОЗДАНИЕ, СВОЙСТВА И
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**»

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Диссертация И. И. Куркиной посвящена исследованию фторографена - перспективного представителя класса графеновых наноматериалов. Тема работы, несомненно, **актуальна**, так как фторографен призван решать множество задач гибкой электроники и, возможно, некоторых других.

Научная новизна работы состоит в том, что автору удалось:

разработать технику фторирования, способную (возможно, при дополнительном развитии) совместиться с рутинной планарной технологией кремниевой электроники,

выявить, что (и как) в зависимости от уровня фторирования фторированный графен способен проявлять свойства как элемента с NDR, так и мемристивного элемента - обе эти возможности интенсивно исследуются в современной микроэлектронике,

предложить и обосновать экспериментально физические механизмы, лежащие в основе такого поведения,

- продемонстрировать на основе созданного материала вполне работоспособные приборные структуры.

Практическая значимость работы состоит в том, что

-автор приобрёл уникальный опыт получения фторированных графеновых плёнок и способен при необходимости поставить получение таких структур в производственную линейку,

-автор имеет чёткое представление, какой набор диагностических средств следует (или, напротив, не следует) использовать при создании такой линейки,

-полнота описания физических возможностей, которые создаёт фторографен (NDR, мемристивный диапазон, "глухой" изолятор) и точное определение соответствующих диапазонов, по-видимому, является беспрецедентным.

В работе используется широкий набор методов физико-химического анализа, выглядящий в ряде случаев даже несколько избыточно даже с точки зрения физического исследования, не говоря уже о техническом приложении. Например, с методом зарядовой

спектроскопии QDLTS при описании исследований графеновых форм автор настоящей рецензии никогда не сталкивался.

Арсенал использованных методов явно свидетельствует о высокой достоверности полученных результатов и возможности строить на их основе реальные практические применения.

О том же говорит и достаточное число публикаций в журналах с хорошим рейтингом (Appl. Phys. Lett., J. Phys. D: (Appl. Phys)., Nanotechnology., Materials and design) и докладами на серьёзных конференциях – “Графен: 2D молекула и кристалл”, Международной научно-практической конференции “Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение”, Young scientists summer school “Nanocarbon for optics and electronics” etc.

Содержание **авторезферата** вполне соответствует содержанию диссертации. Кроме того, часть содержания диссертации изложена несколько иными словами и выделяет смысл диссертации более ярко. Это свидетельствует об отдельной самостоятельной работе над авторезфератом, что также характеризует диссертацию с лучшей стороны.

Сильной стороной работы является продуманная формулировка **Основных Положений**, которые в самом грубом приближении позволяют получить представление о диссертации, не читая её. Положения действительно похожи (за небольшим исключением) на математические теоремы, во всяком случае, на чёткие и достаточно лаконичные утверждения, что встречается нечасто.

Замечания к работе

1. Рассуждения, связывающие NDR-диапазон в поведении фторографена с мультибарьерной структурой, в число основных положений не вынесены. Это оправдано, т.к. NDR легко связывается с резонансным туннелированием носителей сквозь планарную структуру в одномерной задаче. В двумерной ситуации, пока фторированные островки не сформируют сплошной перколяционный кластер поперёк тока, туннелировать носителям не надо и никакого NDR появляться не должно. Делалось ли какое-то количественное сопоставление экспериментального порога NDR с таким перколяционным порогом или другими порогами, отвечающими, быть может, каким-то другим механизмам. Из общих соображений, порог в 10% кажется маловатым.

2. Вход в мемристивный режим при определённом уровне фторирования связывается с наблюдением ловушек в пленках. Корреляция видна экспериментально. Однако связь с группами, оставшимися от DMF, является довольно случайным сопутствующим

обстоятельством. Наверное, есть варианты, когда никакого DMF нет. Означает ли это, что использование мемристивного режима становится невозможно и какие «более аккуратные» механизмы входа в него могут быть. Если это так, то какие?

3. Положение, связанное с пленками, где степень фторирования превышает 30%, и которые (плёнки) могут быть «перспективны для использования в качестве диэлектрических и защитных слоев гетероструктур», на взгляд рецензента, не соответствует стилистике Положений и носит, скорее, характер доброго пожелания.

Сделанные замечания не снижают научной ценности работы.

Вывод. Диссертационная работа Ирины Ивановны Куркиной «**ТОНКИЕ ПЛЕНКИ ИЗ СУСПЕНЗИИ ФТОРИРОВАННОГО ГРАФЕНА: СОЗДАНИЕ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния является **завершенным научным исследованием**, в нем внесен существенный вклад в понимание свойств фторированных графеновых плёнок и сделан важный шаг на пути внедрения этих структур в производственную практику гибкой электроники.

Считаю, что работа **удовлетворяет** всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор по своей квалификации и по результатам проведенного исследования **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Николай Игоревич Алексеев
Д.ф.-м.н., В.н.с. Центра
Микротехнологии и Диагностики
С-Пб. Электротехнического
Университета ЛЭТИ
Тел. 911 943 56 24
NIAlekseyev@yandex.ru
24 ноября 2019

