

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Дмитрия Геннадьевича Квашнина

«Особенности физико-химических свойств наноструктур на основе графена»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 02.00.04-физическая химия (физико-математические науки)

Одной из наиболее развивающихся областей науки, в настоящее время, является исследование двумерных материалов, в частности изучение двумерного углеродного кристалла – графена. В результате особенностей атомной структуры, графен демонстрирует уникальные механические, электронные, оптические свойства. Однако полуметаллический характер проводимости графена не позволяет напрямую применять графен в полупроводниковой электронике. На сегодняшний момент одной из важнейших задач материаловедения является поиск новых полупроводниковых наноматериалов. В диссертационной работе Дмитрий Геннадьевич Квашнин предсказал электронные и транспортные свойства новых полупроводниковых наноструктур на основе графена, полученные путем функционализации его поверхности и внедрения в его структуру дефектов и примесей. Все предложенные структуры проявляют полупроводниковые свойства, имеющие сильную зависимость от концентрации примесей и типов дефектов. Таким образом, новизна и актуальность работы не вызывает сомнения.

Д. Г. Квашниным лично впервые получена общая закономерность поведения ширины запрещенной зоны структур на основе графена с периодически расположенными областями функционализированного графена при изменении расстояния между ними. Оригинальной частью данной диссертационной работы является изучение электронных и транспортных свойств графеновых нанолент и нанохлопьев. Так, впервые был предложен и детально изучен метод формирования квантовых точек на поверхности графеновых нанолент. Найдены сильные отличия в характере формирования квантовых точек в зависимости от типа краёв нанолент и их ширины.

Также впервые была получена зависимости работы выхода с поверхности графеновых нанохлопьев от их размера. Получено, что основным фактором снижения работы выхода служит наличие краёв в наноструктуре. Показано, что работа выхода уменьшается с увеличением размера и стремится к постоянному значению, равному работе выхода с поверхности графеновых нанолент.

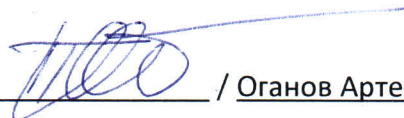
Кроме однослойных структуры, в диссертационной работе Дмитрия Квашнина проведено детальное исследование атомной структуры, стабильности, электронных свойств двухслойных наноструктур на основе двухслойного графена, а также монослоя графена и  $\text{MoS}_2$ . Предложен и изучен возможный способ получения данных объектов. Впервые были предложены для рассмотрения ковалентные гетероструктуры на основе графена и  $\text{MoS}_2$ , слои в которых связаны посредством атомов металла. Проведено детальное описание их электронных свойств.

Полученные в работе данные кроме теоретического интереса, также представляю и практический интерес, и значимость, например, при интерпретации экспериментальных данных или при предсказании свойств материала до его экспериментального получения. В заключении хотелось бы отметить, что, исходя из автореферата, диссертационная работа Д. Г. Квашнина представляет собой законченный труд, выполненный на достаточном научном уровне. Считаю, что работа Д. Г. Квашнина полностью соответствует требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней" ВАК России, а Дмитрий Геннадьевич Квашнин заслуживает присвоения учёной степени кандидата

физико-математических наук по специальности 02.00.04 - Физическая химия (физико-математические науки).

Руководитель лаборатории компьютерного дизайна материалов  
ФГОУ ВПО "Московский физико-технический институт  
(государственный университет)"

141700, Московская область,  
г. Долгопрудный, Институтский пер., 9  
Доктор технических наук, профессор



/ Оганов Артем Ромаевич

тел: +7 (498) 744-65-24

e-mail: [a.r.oganov@mail.ru](mailto:a.r.oganov@mail.ru)

"27" ноября 2015

Подпись РУКИ *А.Р. Оганова*  
ЗАВЕРЯЮ:  
ЗАВЕДУЮЩАЯ  
КАБИНЕТА  
КАНЦЕЛЯРИИ  
АДМИНИСТРАЦИИ  
М.А. Гусева  
*Гусева*

