

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Баркова Павла Валерьевича
«Закономерности распределения заряда и электронного транспорта в тонких пленках наносетчатого графена, в том числе модифицированного карбоксильными группами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. – Физическая электроника

Диссертационная работа Баркова П.В. посвящена изучению электронных и электропроводных свойств чистых пленок наносетчатого графена с круглыми нанометровыми отверстиями и при модификации поверхности пленок атомами других веществ и функциональными группами.

Цель работы заключалась в выявлении закономерностей физических явлений транспорта электронов и перераспределения плотности электронного заряда в тонких пленках наносетчатого графена с круглыми отверстиями диаметром ~ 1.2 нм, немодифицированных и модифицированных атомами водорода и карбоксильными группами, с позиции использования таких пленок в устройствах микро- и наноэлектроники, в том числе сенсорах. Тема работы является актуальной, поскольку благодаря своим электронным и теплопроводным свойствам структуры наносетчатого графена в настоящее время рассматриваются в качестве одного из наиболее перспективных современных материалов для создания на их основе элементной базы устройств физической электроники, в том числе нанотранзисторов, суперконденсаторов, фотодетекторов.

Для достижения поставленной цели П.В. Барков грамотно использовал методы и подходы компьютерного моделирования наноструктур, а именно метод функционала электронной плотности в приближении сильной связи с самосогласованным вычислением заряда (SCC-DFTB), теорию квантового транспорта в формализме Ландауэра-Буттикера и физико-математический аппарат метода неравновесных функций Грина-Келдыша.

В диссертации П.В. Баркова получен ряд новых научных результатов, расширяющих имеющиеся представления об особенностях физических явлениях в тонких пленках наносетчатого графена с круглыми отверстиями. Обнаружена анизотропия электропроводности пленок наносетчатого графена, возникающая при увеличении минимального расстояния между атомами соседних отверстий и проявляющаяся в виде заметной разницы в количестве каналов проводимости и значениях удельной электропроводности в разных направлениях транспорта электронов (вдоль направления «зигзаг» и вдоль направления «кресло» листа графена). Определена структурная модификация пленок наносетчатого графена атомами водорода, при которой достигается эффект переключения тока из состояния «включено» в состояние «выключено» в зависимости от выбора направления транспорта электронов. Разработана оригинальная методика *in silico* модификации краевых атомов отверстия пленок наносетчатого графена карбоксильными группами, обеспечивающая

удовлетворительное соответствие рассчитанных энергетических и электропроводных параметров экспериментально устанавливаемым.

Полученные результаты имеют несомненную **научную и практическую значимость**. Определены способы топологического управления энергетическими и электропроводными параметрами пленок наносетчатого графена с круглыми нанометровыми отверстиями, которые позволят получать на практике наноматериалы с настраиваемыми электронными и электрофизическими свойствами. Выявленные структурные модификации наносетчатого графена атомами водорода и карбоксильными группами, демонстрирующие наибольшую чувствительность электронной проводимости, перспективны в качестве чувствительного элемента мультисенсорных чипов.

Результаты диссертационной работы П.В. Баркова прошли должную апробацию на международных/всероссийских научных конференциях и в достаточной мере опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, индексируемых зарубежными базами данных и системами цитирования Web of Science и/или Scopus и входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования результатов диссертаций.

Все основные результаты, включенные в диссертацию, получены П.В. Барковым самостоятельно. В качестве исполнителя он участвовал в выполнении научно-исследовательских работ, поддержанных Минобрнауки России в рамках государственного задания, грантами Российского научного фонда и Президента Российской Федерации, зарекомендовав себя квалифицированным специалистом в области физической электроники.

С 2016 года П.В. Барков работает на кафедре радиотехники и электродинамики в должности старшего лаборанта и инженера учебной лаборатории электрорадиотехники, активно участвуя в проведении занятий и работе со студентами.

Основные результаты диссертации представляются обоснованными и достоверными. Тема диссертации полностью соответствует специальности 1.3.5. – Физическая электроника. Работа в полной мере удовлетворяет всем 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, а её автор, Барков Павел Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. – Физическая электроника.

Заведующая кафедрой
радиотехники и электродинамики
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,
д.ф.-м.н., профессор

Глухова Ольга Евгеньевна

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83
Тел. 8 (8452) 514688
E-mail: glukhova@info.sgu.ru

