

Отзыв на автореферат диссертации
Красникова Дмитрия Викторовича
«Новые методы создания и модификации углеродных наноматериалов»
на соискание учёной степени доктора химических наук
по специальности 1.4.15 – Химия твёрдого тела

Автореферат диссертации Красникова Д.В. посвящён разработке и исследованию подходов к управляемому синтезу, модификации и применению плёнок из однослойных углеродных нанотрубок, а также связанных с ними углеродных и гибридных наноструктур, получаемых методами аэрозольного CVD и сопряжённых технологий. В работе комплексно рассмотрены вопросы формирования структурных характеристик нанотрубок и их ансамблей, их оптоэлектронных и функциональных свойств, а также возможности практического использования в качестве прозрачных электродов, сенсорных и термоэлектрических материалов, элементов терагерцовой оптики и компонентов электродов для аккумуляторных систем.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. Однослойные углеродные нанотрубки и производные на их основе в настоящее время являются ключевым объектом для развития современной химии твёрдого тела и функциональных материалов, в том числе в контексте задач энергосбережения, гибкой электроники и терагерцовой фотоники. Решение проблемы масштабируемого и управляемого синтеза плёнок из однослойных нанотрубок с заданными структурными и электронными характеристиками, а также обеспечение стабильного и воспроизводимого уровня их проводимости и прозрачности, имеет существенное значение как для фундаментальной науки, так и для прикладных разработок. Автореферат убедительно показывает, что проведённые исследования направлены на решение именно этих актуальных задач.

В автореферате представлены цели и задачи диссертационного исследования, сформулированные чётко и логично. Основное внимание уделено оптимизации условий аэрозольного CVD-синтеза однослойных углеродных нанотрубок, включая роль прекурсоров, каталитических частиц, газовой среды и параметров реактора; изучению влияния структуры нанотрубок (диаметр, хиральность, длина пучков, дефектность) и морфологии плёнок (толщина, плотность, ориентация) на их оптические, электрические и механические характеристики; разработке методов постсинтетической обработки и допирования (газофазного, плазменного, химического, с использованием NO_2 , N_2O , различных легирующих и функционализирующих агентов) для тонкой настройки свойств плёнок; применению методов машинного обучения для описания и прогнозирования параметров синтеза и свойств материалов; демонстрации функциональных устройств и прототипов на основе полученных плёнок из однослойных углеродных нанотрубок в качестве прозрачных электродов, термоэлектрических материалов, элементов болометров, терагерцовых модуляторов и зонных пластин, а также компонентов катодных композитов.

Научная новизна диссертации Красникова Д.В. представляется значительной. Автору удалось комплексно подойти к проблеме от стадии синтеза и управления структурой однослойных нанотрубок до создания материалов и устройств с целевыми характеристиками. В работе получены новые данные о влиянии газовой фазы (включая роль водорода, серосодержащих добавок и углеводородных прекурсоров) на кинетику роста нанотрубок и состав каталитических частиц, о влиянии параметров CVD-процесса и

постобработки на распределение по типам проводимости и дефектности, а также о возможностях газофазного допирования для устойчивого управления проводимостью и термоэлектрическими свойствами плёнок. Значимым вкладом является использование методов машинного обучения для оптимизации процесса синтеза и прогнозирования оптоэлектронных свойств плёнок, что отражено в ряде публикаций автора в высокорейтинговых журналах.

Теоретическая и практическая значимость работы также не вызывает сомнений. С одной стороны, результаты диссертации расширяют представления о механизмах роста однослойных углеродных нанотрубок в аэрозольных CVD-системах, о роли состава и состояния каталитических частиц, а также об особенностях формирования плёнок и их откликов на воздействие газовых и химических агентов. С другой стороны, продемонстрированы конкретные технологические решения, позволяющие реализовать: стабильные прозрачные проводящие плёнки, подходящие для использования в оптоэлектронике; чувствительные сенсорные и болометрические структуры; терагерцовые модуляторы и фазовые элементы на основе гибких и растяжимых плёнок; композитные катоды для литий-ионных аккумуляторов и других электрохимических систем. Эти результаты обладают очевидным прикладным потенциалом и могут быть востребованы в различных направлениях современной науки и техники.

Содержание автореферата отражает основные положения диссертационной работы и позволяет составить целостное представление о выполненном исследовании. Структура изложения логична: исходные постановки задач и обзор состояния проблемы сменяются описанием методик синтеза, физико-химической характеристики и моделирования, далее приводятся основные экспериментальные результаты и их обсуждение, после чего сформулированы выводы и отмечены практические перспективы. Язык изложения в целом ясен, основные термины и обозначения используются корректно, объём автореферата отвечает установленным требованиям.

Отдельно следует отметить высокий уровень апробации результатов диссертационной работы. По материалам диссертации опубликовано большое число статей в ведущих международных журналах по химии материалов, физике твёрдого тела и нанотехнологиям (*Advanced Materials*, *Chemical Engineering Journal*, *Carbon*, *Journal of Physical Chemistry Letters*, и др.). Существенная часть этих публикаций приходится на статьи в высокорейтинговых журналах с высоким индексом цитирования, где Красников Д.В. выступает одним из ведущих авторов. Результаты диссертации докладывались на многочисленных российских и международных конференциях, что свидетельствует о признании работы международным научным сообществом.

В целом автореферат диссертации Красникова Д.В. производит впечатление законченной и самостоятельной научной работы, вносящей существенный вклад в развитие химии твёрдого тела в части исследования и практического использования плёнок из однослойных углеродных нанотрубок и связанных с ними наноструктур. Основные научные результаты обладают новизной, теоретической значимостью и практическим потенциалом, а их достоверность подтверждается применением современного комплекса экспериментальных и теоретических методов, а также широкой апробацией в научных публикациях и докладах.

Автореферат диссертации отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.15. Химия твердого тела (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, а её автор Красников Д.В. заслуживает присуждения учёной степени доктора химических наук по специальности 1.4.15 – Химия твердого тела.

Заведующий лабораторией «Цифровое материаловедение» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

доктор физико-математических наук, доцент

Дата: 28.04.2026

_____ Сорокин Павел Борисович

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1.

Телефон _____, E-mail _____