

## ОТЗЫВ

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

Работа, представленная в виде автореферата диссертации Д.В. Красникова, посвящена решению крупной научной проблемы, связанной с установлением закономерностей синтеза и целенаправленной функционализации и практического применения однослойных углеродных нанотрубок и графена. Тематика исследований в полной мере соответствует современным приоритетам области низкоразмерных углеродных материалов и материаловедения функциональных наноструктур.

Актуальность цикла исследований, представленных в диссертации, не вызывает сомнений. В мировой науке углеродные нанотрубки и графен сохраняют статус ключевых объектов исследования благодаря уникальному сочетанию электронных, оптических, механических и транспортных свойств, однако их широкое практическое использование по-прежнему сдерживается сложностью контролируемого синтеза, недостаточной воспроизводимостью структуры и необходимостью надежного контроля над функциональными характеристиками. В этой связи представленная работа имеет не только фундаментальное, но и прикладное значение, поскольку в ней рассматривается полный цикл — от механизмов формирования материала до его спектроскопически подтвержденной модификации и использования в электронике, сенсорике, фотонике и иных приложениях.

Существенным достоинством диссертации является ее концептуальная целостность. Автор не ограничивается решением частных технологических задач, а формирует научно обоснованный подход к управлению свойствами углеродных наноматериалов через взаимосвязь параметров синтеза, состояния каталитических систем, структурных характеристик и спектральных откликов. Именно такой подход представляется особенно значимым для мировой науки, поскольку он отвечает современной логике рационального дизайна функциональных материалов с заданными свойствами. Для российской науки работа имеет дополнительную ценность, так как демонстрирует высокий уровень исследований в стратегически важной области и опирается на масштабируемые методы, прежде всего аэрозольный синтез и связанные с ним способы обработки и интеграции материалов.

К числу наиболее весомых результатов следует отнести комплексное исследование закономерностей роста однослойных углеродных нанотрубок в широком интервале температур и при варьировании химического состава реакционной среды. В автореферате рассмотрено влияние природы углеродного сырья, водорода, а также условий активации каталитических частиц на характеристики получаемых нанотрубок. Особую научную

ценность представляет анализ фазовых превращений железосодержащих каталитических частиц.

Следует особо отметить высокий методический уровень спектроскопической части исследования. Использование КР и оптической спектроскопии, а также комплекса дополнительных методов анализа позволило автору не только охарактеризовать полученные материалы, но и установить взаимосвязь между их электронной структурой, дефектностью, степенью легирования и эксплуатационными параметрами. Важно, что спектроскопия в данной работе выступает не как вспомогательный иллюстративный инструмент, а как один из центральных методов исследования химии и физики твердого тела в низкоразмерных углеродных системах.

Отдельного положительного упоминания заслуживает блок результатов, относящихся к графену. В автореферате отражены исследования получения высококачественного графена по реакции Будуара, а также подходы к его визуализации и спектроскопическому контролю на различных подложках. Это существенно расширяет рамки диссертации и показывает, что работа охватывает важнейшие классы низкоразмерных углеродных твердых тел в единой научной логике.

Уровень научной апробации результатов следует признать очень высоким. По материалам диссертации опубликовано 40 научных работ, в том числе статьи в авторитетных международных журналах Carbon, Chemical Engineering Journal, Advanced Science, Journal of Physical Chemistry Letters и других, а также получены патенты на результаты исследований. Данный публикационный массив убедительно подтверждает научную новизну, международную востребованность и высокую степень достоверности представленных результатов.

При общей весьма высокой оценке автореферата целесообразно высказать несколько замечаний, которые, однако, не снижают общей положительной оценки работы.

1. В автореферате соотношение мод G и D мод спектров комбинационного рассеяния используется в качестве метрики, отражающей дефектность. Производилась ли оценка непосредственной концентрации дефектов на основе этих данных?
2. При создании узорчатых структур на основе пленок нанотрубок не указано достижимое разрешение рисунка.

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".

Зав. лабораторией

спектроскопии наноматериалов

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»,

кандидат физико-математических наук

Е.Д. Образцова

05.06.2026