

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ерёмина Тимофея Владимировича “Лазерная оптическая спектроскопия допированных одностенных углеродных нанотрубок”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Диссертационная работа Ерёмина Тимофея Владимировича посвящена исследованию изменения оптических свойств углеродных нанотрубок (УНТ) в ходе их взаимодействия с легирующими агентами, что является актуальной научно-практической задачей ввиду перспективности данного материала в оптоэлектронике и биомедицине. Например, представленные в работе результаты могут внести в существенный вклад в развитие такие приложений УНТ как прозрачные электроды, однофотонные источники, биологические маркеры.

Следует отметить и как фундаментальную, так и практическую важность полученных результатов. Например, в рамках предложенной методики заполнения УНТ хлоридом меди не образуется дополнительных сточных вод, что особенно важно с учетом нарастающего внимания общества к экологии. Ерёминым Т.В. был показан комплекс из экситонного и трионного энергетических уровней, образующихся в энергетической структуре УНТ в присутствии соляной кислоты. Впервые описан механизм заселения трионного энергетического уровня и оптический переход триона в возбужденное состояние в такихnanoструктурах. Из текста автореферата можно сделать вывод, что новые состояния X и T появляются для нанотрубок с индексами хиральности (6,5). При этом, несмотря на присутствие в суспензиях других типов УНТ (например, рисунок 5), диссертант не обсуждает возможность образования новых состояний для других нанотрубок, что, вероятно, связано с ограниченностью объема автореферата. Следует отметить системность подхода, используемого в работе; в частности, исследования проводились с привлечением таких методик как фемтосекундная спектроскопия “накачка-зондирование”, лазерная фотолюминесцентная

спектроскопия, а также спектроскопия резонансного комбинационного рассеяния света и оптического поглощения света.

В высококонкурентной области изучения УНТ работа Тимофея Владимировича занимает важное место, подчеркивая научную значимость исследования. Неоднократное же представление результатов на конференциях различного уровня и в публикациях в ведущих рецензируемых научных журналах, соответствующих тематике исследования, лишь дополнительно выделяет высокий уровень работы.

После ознакомления с текстом авторефера возникает ряд замечаний:

1. Среди представленных оптических спектров УНТ оптическая плотность представлена как в «отн. ед.» (рис. 1а, 4б), так и отображается безразмерной (рис. 7а, б). Какую размерность всё-таки имеет оптическая плотность?
2. На рисунке 1 переходы между сингулярностями ван Хова указаны как E_{11} и E_{22} , а на страницах 19-20 E_{11} рассматривается как «энергетический уровень». Более того, на рис. 12 переходы в уровне E_{11} и E_{22} происходят из единого «основного состояния», что отлично от рис. 1. Нет ли противоречия в данном случае?
3. В работе сделан важный вывод о том, что именно положительно заряженные ионы воды вносят существенный вклад в легирование нанотрубок. Тем не менее, диссертант не уточняет в автореферате какие концентрации щелочи были использованы. Может ли автор оценить какие равновесные концентрации “ H^+ ” были в растворе до нейтрализации соляной кислоты гидроксидом натрия, и какие значения установились впоследствии?
4. Диссертант отмечает, что в ходе легирования УНТ хлоридом меди происходит подавление радиальных дыхательных мод (с. 11-12), в то время как эффект HCl , хоть при первоначальном добавлении кислоты и присутствует, выражен не так ярко (рис. 8а). С чем связано подобное различие?

Представленные замечания не умаляют высокий уровень работы диссертанта, которая вносит вклад в развитие научных основ целенаправленной настройки оптического спектра углеродных нанотрубок. Автореферат диссертации четко и полно отражает суть проведенных

исследований и соответствует Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова. Соискатель Ерёмин Тимофей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – “лазерная физика”.

Кандидат химических наук,

Старший научный сотрудник Лаборатории наноматериалов

Центра фотоники и квантовых материалов

Сколковского Института науки и технологий

Красников Дмитрий Викторович

“08” ноября 2021 г.

Я, Красников Дмитрий Викторович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой докторской диссертационного совета МГУ.01.13 и их дальнейшую обработку.

Дмитрий Викторович Красников

d.krasnikov@skoltech.ru (тел. +7 495 280 14 81 (доб. 3575))

Россия, 121205, Москва, Территория Инновационного Центра «Сколково», ул. Нобеля, д. 3

Подпись Красникова Д.В. заверяю:

