

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Васильева Семена Григорьевича
**«ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА
МИКРОТРУБОК ДИФЕНИЛАЛАНИНА»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

На современном этапе развития нанонаук, самособирающиеся дифенилаланиновые (FF) пептидные нанотрубки (ПНТ) представляют собой новый и уникальный класс самоорганизующихся функциональных биоматериалов, благодаря широкому диапазону их полезных свойств, в т.ч. таких как свойства наноструктурной изменчивости, механический жесткости и химической стойкости. Эти FF ПНТ являются перспективными объектами для широкого спектра применений в нанотехнологии (в качестве биосенсоров, структурных подложек и т.д.). Открытие в них сильной пьезоэлектрической активности, температурно-зависимой спонтанной поляризация и фазового перехода, позволило отнести эти ароматические дипептиды к наноматериалам с сегнетоэлектрическими свойствами. Это открыло новые перспективы для их широкого применения в областях, для которых свойства пьезо- и сегнетоматериалов имеет важное значение. Пьезо-, пиро- и сегнетоэлектрические свойства таких новых самоорганизующихся наноматериалов, лежат в основе многих нанотехнологических достижений последних лет в самых различных областях. Особенно актуально это становится сейчас, когда все больше достижения нанонаук находят широкое применение не только в наноэлектронике, но и в нанобиотехнологиях, и в наномедицине.

В этой связи, диссертационная работа Васильева С.Г. посвященная исследованию формирования и роста микротрубок дифенилаланина, а также детальному измерению их пьезоэлектрических, пироэлектрических и упругих свойств. находится как раз на самом переднем крае развития нанонаук, особенно в области новых пьезо- и сегнетоматериалов.

Работа эта весьма актуальна, поскольку выяснение молекулярных механизмов и условий формирования таких микротрубок является принципиально новым знанием, необходимым и для практических применений. Вместе с тем в настоящее время такие детальные механизмы образования микротрубок FF, а также их пьезоэлектрические, пироэлектрические и упругие свойства все еще недостаточно хорошо изучены. Исследование процесса самосборки основных биологических строительных блоков позволяет легко и быстро синтезировать биоорганические молекулярные кристаллы заданной геометрии с малым количеством дефектов, а также является одной из **фундаментальных** проблем физики конденсированного состояния. Исследованные физические свойства могут быть использованы для создания

коммерческих образцов пьезоэлектрических резонаторов, что обуславливает **практическую значимость** работы.

Поэтому важным и новым достижением диссертанта является как раз то, что тут впервые и был детально исследован механизм роста микротрубок FF из раствора, определены компоненты их локальных пьезоэлектрических и пирозэлектрических тензоров, а также измерен модуль Юнга. Кроме того, тут впервые были изготовлены и протестированы прототипы электромеханических устройств на основе микротрубок FF.

Отметим, что в работе Васильева С.Г. получен также ряд **новых** конкретных и интересных **результатов**, в частности:

1) Обнаружено влияние концентрации воды в растворе метанола и температуры на морфологию микроструктур FF.

2) На основе результатов визуализации формирования микротрубок FF предложена оригинальная модель роста в условиях контролируемой диффузией агрегации.

3) Впервые определена полная матрица локальных пьезоэлектрических коэффициентов, и прямым методом измерена температурная зависимость пьезоэлектрического коэффициента d_{15} микротрубок FF.

4) Впервые измерен пирозэлектрический коэффициент микротрубок FF и его температурная зависимость.

5) Наличие пирозэлектрического эффекта и визуализация доменов рассматриваются как экспериментальное подтверждение того, что микротрубки FF являются сегнетоэлектриками.

6) Впервые методом наноиндентации измерен локальный модуль Юнга микротрубок FF.

7) Обнаружены пьезоэлектрические резонансы микротрубок FF и измерена их добротность.

Таким образом, проводимые исследования актуальны как для решения фундаментальных проблем физики твердого тела, так и для практических применений.

Защищаемые положения обоснованы. Основные результаты работы опубликованы в 3 статьях в рецензируемых научных международных журналах, входящих в список ВАК и представлены на 9 международных и Всероссийских конференциях. Таким образом, достоверность полученных Васильевым С.Г. данных не вызывает сомнений.

Следует отметить, что работа Васильева С.Г. довольно хорошо и тщательно оформлена, приведенные формулировки достаточно убедительны, изложены квалифицировано и ясным языком, приведенные иллюстрации грамотно оформлены. В целом работа производит очень хорошее впечатление, не имеет существенных недостатков, соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и ее автор Васильев С.Г. безусловно

является уже вполне сложившимся исследователем и самостоятельным молодым ученым.

Заключение по диссертации С.Г. Васильева.

Диссертация Васильева С.Г. «Пьезоэлектрические, пирозлектрические и упругие свойства микротрубок дифенилаланина» является законченной научно-квалификационной работой.

Работа отвечает критериям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Васильев С.Г. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник,
доктор физико-математических наук
(01.04.07 – – Физика конденсированного состояния.)

Быстров Владимир Сергеевич

Институт математических проблем биологии РАН - филиал Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук"

Адрес: 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Виткевича, 1.

Телефон: +7(4967) 318504

Факс: +7(4967) 318500

Электронная почта: com@impb.ru, vsbys@mail.ru

17 мая 2016

Подпись Быстрова С.В. заверяю:

Начальник Отдела кадров



(Handwritten signature)

/Галушко Т.А./