

О т з ы в

официального оппонента, ведущего научного сотрудника ИФМ РАН В.Л. Миронова на диссертационную работу Арсения Сергеевича Калинина “Методы атомно-силовой микроскопии для неразрушающего анализа электромеханических свойств наноструктур”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 “Приборы и методы экспериментальной физики”.

Диссертация А.С. Калинина посвящена конкретной, практически важной проблеме – разработке методики регистрации электросилового взаимодействия зонда атомно-силового микроскопа (АСМ) с образцом в процессе прыжкового сканирования. Данная работа стоит в ряду передовых достижений по разработке комбинированных методик, существенно расширяющих возможности сканирующей зондовой микроскопии и, безусловно, является важной и актуальной.

Диссертационная работа изложена на 104 страницах и состоит из введения, трех глав, заключения, а также содержит список цитированной литературы и список публикаций автора по теме диссертации.

Наиболее важными результатами диссертации А.С. Калинина являются следующие:

1. Развитие вычислительных мощностей современных компьютеров привело к значительному расширению возможностей по регистрации и обработке больших потоков данных непосредственно в процессе АСМ сканирования. Автором была разработана оригинальная методика регистрации пьезоотклика в процессе прыжкового сканирования образцов. Однако одновременное обслуживание двух и более процессов измерений приводит к взаимному влиянию каналов измерений друг на друга. В связи с этим автором проведены детальные исследования взаимных шумов в системах регистрации пьезоотклика и данных силовой спектроскопии в процессе прыжкового сканирования, предложены способы снижения данных шумов и на примере исследований тестовых образцов LiNbO_3 показано, что итоговые шумы не

превышают значений, наблюдаемых в традиционной контактной микроскопии пьезоотклика.

2. Проведены очень тонкие эксперименты по исследованию механических и пьезоэлектрических свойств перспективных органических материалов - пептидных нанотрубок дифенилаланина. Показано, что разработанный метод регистрации пьезоотклика в процессе прыжкового сканирования является неразрушающим методом, позволяющим проводить одновременные измерения как локальных деформаций нанотрубок, так и проекций вектора спонтанной поляризации нанотрубок на плоскость образца.

Результаты диссертации А.С. Калинина являются новыми, достоверными и имеют несомненную научную и практическую значимость. Однако можно сделать несколько критических замечаний.

К несущественным недостаткам диссертационной работы можно отнести следующие:

1. Диссертация содержит большое количество грамматических ошибок, опечаток и стилистически неудачных выражений. В качестве примера можно отметить неудачную формулировку первого основного результата и третьего положения, выносимого на защиту. Также курьезно выглядит опечатка в названии кристалла триглицинсульфата (основной результат № 4).

2. Следует также отметить чрезмерную краткость представленной диссертации. Содержательная часть работы изложена всего на 40 страницах.

Более существенными замечаниями являются следующие:

1. На рисунке 38 приведены результаты исследования доменной структуры тестового образца LiNbO_3 . Обращает на себя внимание то, что домены с противоположной ориентацией имеют различный контраст на изображении амплитуды вертикального отклика, что является необычным. Никакого обсуждения данного факта в диссертации не приводится. Кроме того, это противоречит результатам другого эксперимента, приведенным на рисунке 39.

2. На рисунке 47 приведены результаты АСМ исследований нанотрубок дифенилаланина. При этом рисунок 47(в) демонстрирует также очень высокий контраст от нескольких нанотрубок, которых не видно на распределении латерального пьезоотклика (рис. 47(б)). Причины отсутствия пьезоотклика от данных трубок в тексте диссертации не обсуждаются.
3. В основных результатах утверждается, что для образца, содержащего пептидные нанотрубки дифенилаланина, получены карты диэлектрической проницаемости. Однако в тексте диссертации данных по измерению диэлектрической проницаемости не приведено.
4. В тексте диссертации и в автореферате нет ссылок на работы автора, что существенно затрудняет определение, где именно опубликованы основные результаты диссертационной работы.
5. В выходных данных публикации автора под номером А3 неправильно указан том журнала и номера страниц. Правильные данные: J. Phys. Conf. Ser. 2017. Т. 917. С. 042018 1–5.
6. Публикация автора под номером А4 является статьей обзорного характера и не содержит результатов, относящихся к диссертации.

Несмотря на указанные замечания, рецензируемая диссертационная работа заслуживает общую положительную оценку.

Диссертационная работа А.С. Калинина «Методы атомно-силовой микроскопии для неразрушающего анализа электромеханических свойств наноструктур» соответствует паспорту специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики» по физико-математическим наукам.

Диссертация А.С. Калинина является завершенным научно-техническим исследованием, выполненным на достаточно высоком уровне. Работа имеет выраженный экспериментальный характер. Все положения, выносимые на защиту, хорошо обоснованы, подкреплены теоретическими расчетами и результатами экспериментов. Результаты диссертационной работы достаточно хорошо апробированы. Они опубликованы в статьях в реферируемых журналах, неоднократно докладывались на российских и международных научных конференциях. Автореферат соответствует представленной диссертации.

На мой взгляд, диссертационная работа А.С. Калинина удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – “Приборы и методы экспериментальной физики”.

Официальный оппонент

Ведущий научный сотрудник ИФМ РАН,

доктор физ.-мат. наук

15 ноября 2017 г.

В.Л. Миронов

Подпись В.Л.Миронова удостоверяю

Ученый секретарь ИФМ РАН,

кандидат физ.-мат. наук



Д.М. Гапонова

603087, Нижегородская обл., Кстовский район, д. Афоново, ул. Академическая, д. 7.

Институт физики микроструктур РАН

филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения

«Федеральный исследовательский центр

Институт прикладной физики Российской академии наук»

Адрес для писем: 603950, Нижний Новгород, ГСП-105, ИФМ РАН

Тел.: (831) 417-94-73

Факс: (831) 417-94-64

E-mail: director@ipmras.ru