

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию К.И. Тимощука

«Методики исследования мягких объектов в атомно-силовой микроскопии»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Мы работаем вместе с Кириллом Игоревичем Тимощуком с 2013 года. В 2015 году он закончил обучение в магистратуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО). В этом же году К.И. Тимощук поступил в аспирантуру Университета ИТМО, а позднее был принят на работу в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук» (ИФ РАН). Обучение в аспирантуре К.И. Тимощук успешно завершил в августе 2019 года, а в ИФ РАН он продолжает работать и сегодня, занимая должность инженера в лаборатории физиологии возбудимых мембран. Все это время К.И. Тимощук достаточно активно и с успехом занимался адаптацией атомно-силовой микроскопии (АСМ) для количественных исследований мягких объектов.

В диссертации К.И. Тимощука «Методики исследования мягких объектов в атомно-силовой микроскопии» рассмотрены результаты АСМ экспериментов, в которых в качестве мягкого объекта был выбрана живая неповрежденная клетка. Серьезным барьером для проведения адекватных АСМ измерений геометрических и механических параметров таких объектов оказывается получение ответа на вопрос, каким образом АСМ зонд нанометровой остроты взаимодействует с клеткой: скользит он по ее поверхности или защемляется, прилипает к ней. К.И. Тимощук предлагает решать этот важный в каждом эксперименте вопрос с помощью двух методик, позволяющих проявлять вклад скользящего или защемленного состояния контакта в измеряемых АСМ данных и классифицировать объекты по преимущественному типу состояния контакта с АСМ-зондом.

Особенно важными и интересными мне представляются следующие новые результаты диссертации:

1. Методика идентификации скользящего контакта по АСМ данным индивидуального объекта может быть использована не только *in-situ*, так сказать во время эксперимента, но также и *post-factum*, для анализа, экспертизы достоверности и адекватности АСМ изображений, полученных ранее другими исследователями.

2. Показано, что АСМ-зонд залипает (защемляется) на среднестатистическом

нативном нейроне и эритроците, а на большинстве фибробластов скользит. Как следствие, изменения сигнала эффективного модуля Юнга, E_A , могут отражать реальные вариации нормальной жесткости (твердости, ригидности) только в фибробластах. Для нейронов и эритроцитов такие изменения следует также связывать с увеличением (падение E_A) или уменьшением (рост E_A) трения в контакте. Особенно интересно, например, что наблюдаемая с помощью АСМ реакция нейронов на убаин в свете диссертации может быть также вызвана падением натяжения в нейронной сети.

На мой взгляд, К.И. Тимошук сформировался в квалифицированного молодого ученого, о чем дополнительно свидетельствуют его диссертация и автореферат, в которых он достаточно ясно и подробно описал основные результаты своей работы. По теме диссертации подготовлено и опубликовано 12 сообщений, в том числе 4 статьи в журналах ВАК. В 2015-2019 годах работы, связанные с темой диссертации, были поддержаны грантами РНФ и РФФИ.

Представленная к защите диссертационная работа соответствует профилю специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики, а ее автор Кирилл Игоревич Тимошук заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Старший научный сотрудник лаборатории физико-химических свойств полупроводников, доктор физико-математических наук
(01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики)

Александр Витальевич Анкудинов

Александр Витальевич Анкудинов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

Телефон: (812) 297-2245, +7931 -362-4317

Факс: (812)297-1017

Электронная почта: alexander.ankudinov@phs.fioffe.ru

