

**Отзыв на автореферат диссертации Халисова Максима Миндигалеевича
«Применение атомно-силовой микроскопии для детектирования отклика
нативных клеток на внешние воздействия»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Проблема разработки новых методов исследования нативных объектов и механизмов их функционирования представляет собой предмет прикладных исследований как в области медицинских наук, так и в области электроники и биотехнологий. Ранее изучение нативных объектов проходило с использованием оптической и электронной микроскопии, что позволяло определять только их геометрические параметры и требовало сложный процесс пробоподготовки. В настоящее время одним из перспективных методов исследования нативных объектов является атомно-силовая микроскопия (АСМ), позволяющая исследовать механические и геометрические параметры данных объекты без дополнительной пробоподготовки и в условиях максимально приближенных к естественным. Основными трудностями при проведении таких исследований является наличие у большинства нативных объектов мягкой хрупкой оболочки и малая адгезия данных объектов с подложкой. В связи с этим, диссертационная работа Халисова М.М., направленная на разработку методик атомно-силовой микроскопии, повышающих точность детектирования механических и геометрических характеристик нативных объектов, является актуальной и решает важные задачи в области исследования отклика нативных объектов на внешние воздействия.

Автором показано, что значения контактной жесткости точнее характеризуют механических свойств фибробластов сердечной ткани, чем величина модуля Юнга, и предложена методика для обнаружения неоднородности механических свойств данных нативных объектов. Показано, что при измерениях модуля Юнга нативных клеток методом АСМ необходимо учитывать дополнительное натяжение плазматической мембраны, вызванное контактом с подложкой. Полученные результаты говорят о новизне и практической значимости диссертационной работы.

Необходимо отметить практическую направленность и обширные экспериментальные исследования, выполненные соискателем на современном аналитическом оборудовании. Материалы диссертации в достаточной мере

опубликованы автором в авторитетных научных изданиях и прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1) структура и оформление автореферата вызывают некоторые вопросы. Так из текста автореферата остается неясно: чем отличаются значения модуля Юнга в скобках и без скобок (стр. 10, первый абзац); с какой целью рассчитывается отношение модулей Юнга по Снеддону и ДМТ (формула (6)); зачем приведены формулы (3) и (4), если последующие вычисления используют только более простые формулы (1) и (2);

2) не смотря на то, что цель работы заключается в повышении точности детектирования механических характеристик нативных объектов, погрешность измерения модуля Юнга нативных объектов на основе описанных методик АСМ доходит до 100% (стр. 10, 14, 15)

3) на стр. 8 автореферата указано, что «в главе 3 предложена методика, позволяющая установить, что наружный слой нативного фибробласта куриного эмбриона, культивированного на коллагеновой подложке, жестче более глубоких слоев клетки». Однако из текста автореферата остается неясным, в чем заключается предложенная методика. Кроме того отсутствуют значения жесткости наружных и глубоких слоев клетки (на стр. 10 приведены только значения средней локальной жесткости), что не дает возможность сделать вывод, что наружные слои более жесткие;

4) в пункте 1 научной новизны (стр. 4), указано, что «жесткость биомеханической системы «зонд АСМ – нативный объект – коллагеновая подложка» не зависит от размеров вершины зонда, если радиус ее кривизны порядка или менее 100 нм». При этом в автореферате приведены исследования зондами радиусом 12 и 325 нм, что явно недостаточно для обоснования данного заключения;

5) многие выводы носят общий характер и не всегда обоснованы. Например, вывод о том, что «предпочтение следует отдать кантилеверам с длинным зондом и умеренно острым кончиком» (пункт 4 практической значимости), требует уточняющих количественных характеристик. Вывод 5 работы на стр. 17 основывается на результатах измерения модуля Юнга, имеющих 90% погрешность,

и противоречат статистической оценке данных экспериментальных исследований (стр. 15).

В целом, диссертация Халисова М.М. является законченной научно-исследовательской работой, а указанные замечания не снижают ценности и практической значимости диссертационной работы. Считаем, что диссертационная работа Халисова Максима Миндигалеевича удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 01.04.01 – “Приборы и методы экспериментальной физики”.

Агеев Олег Алексеевич

член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор,
почтовый адрес: 347922, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. "Е".
телефон: 8(8634)37-16-11
e-mail: ageev@sfedu.ru
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», профессор кафедры нанотехнологий и микросистемной техники

5 12, 2017

дата

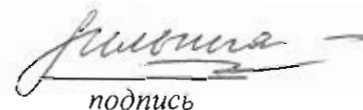

подпись

Ильина Марина Владимировна

кандидат технических наук,
почтовый адрес: 347922, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. "Е".
телефон: 8(8634)37-19-40
e-mail: mailina@sfedu.ru
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», доцент кафедры нанотехнологий и микросистемной техники

05. 12. 2017

дата

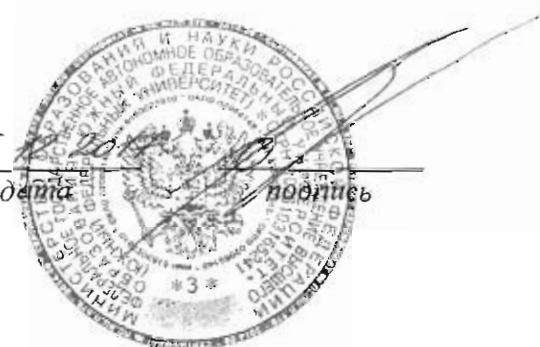

подпись

Подписи Агеева О.А и Ильиной М.В.
удостоверяю

Федотов Александр Александрович,
кандидат технических наук, доцент, директор
Института нанотехнологий, электроники и
приборостроения
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

05. 12. 2017

дата


подпись