

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации  
Шелаева Артёма Викторовича

«СКАНИРУЮЩАЯ БЛИЖНЕПОЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ И СПЕКТРОСКОПИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОНДОВ КАНТИЛЕВЕРНОГО ТИПА»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Диссертационная работа Шелаева Артёма Викторовича посвящена развитию зондовых методов для оптической микроскопии и спектроскопии за счет применения зондов кантилеверного типа, а также рассматривает границы применения ближнепольных методов для субволновой микроскопии и спектроскопии.

Актуальность, научная новизна и практическое значение диссертации заключаются прежде всего в том, что предложена методика картирования по сигналу комбинационного рассеяния (КР) с применением прерывисто-контактной атомно-силовой микроскопии, что позволяет с высокой воспроизводимостью и стабильностью получать данные по сигналу КР с высоким пространственным разрешением, приведена оригинальная методика оценки величины усиления сигнала КР и области локализации усиленного сигнала КР, а также разработаны апертурные датчики кантилеверного типа и принципы их применения для получения спектральных данных с разрешением в плоскости до 100 нм.

Работа имеет практическое значение для анализа поверхности материалов при разрешении в плоскости менее 100 нм, разработки новых методов исследований в области спектроскопии.

Представленные результаты представляются достаточно обоснованными в виду достаточного количества экспериментальных данных, полученных в работе, которые соотносятся с другими известными результатами.

В качестве замечаний по автореферату следует отметить следующее:

1. Приведенная оценка области локализации носит технический характер ограничения на разрешающую способность метода, но не раскрывает фундаментальные ограничения метода ГКР. Более того, приведенная оценка области локализации по описанной методике составляет около 100 нм, что существенно больше, чем реально полученное в рамках работы разрешение в ~20 нм при картировании образца оксида графена.
2. Недостаточно подробно рассмотрен сам используемый метод прерывисто-контактного сканирования и его модификация, не приведены оценки величины реализуемого минимального расстояния зонд-подложка, являющегося

критически важным параметром при сканировании поверхности по сигналу КР, а также механизмы усиления при контакте зонда с поверхностью.

3. Не приводятся сравнения величины усиления поля, полученной из сравнения спектроскопических данных, с данными электростатического моделирования методом конечных элементов.

Вместе с тем, отмеченные замечания не умаляют достоинства работы. Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа Шелаева А.В. «Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия и спектроскопия с использованием зондов кантилеверного типа» является самостоятельным, обоснованным и цельным исследованием. Представленные в ней результаты обладают научной новизной и представляют собой существенное развитие методов ближнепольной оптической микроскопии и спектроскопии, автор диссертации заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры квантовой физики  
и наноэлектроники Национального  
исследовательского университета «МИЭТ»

 Неволин Владимир Кириллович

124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1  
Тел.: +7 (499) 732-72-41, e-mail: vkn@miee.ru

Подпись д.ф.-м.н. Неволина В. К. заверяю:

ВЕРНО  
НАЧ. ОТД. КАДРОВ  
С. В. ЗАБОЛОТНИКОВ

