

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лукашенко Станислава Юрьевича  
"Особенности использования СЗМ-зондов в нанодиагностике"  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

Диссертационная работа С.Ю. Лукашенко посвящена изучению характеристик зондов для сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и их влияния на разрешение и точность измерений. Это направление остается актуальным, поскольку совершенствование методов нанодиагностики непосредственно связано с разработкой более чувствительных и стабильных инструментов.

Отличительной чертой данной работы является комплексный подход к исследованию зондов, включающий не только экспериментальное тестирование, но и численное моделирование. Особенно примечательны результаты, связанные с оптимизацией конструкции зонда для уменьшения влияния механических вибраций и тепловых дрейфов. Работа также затрагивает важную проблему идентификации радиуса апертуры сканирующего зонда с высокой точностью, что играет ключевую роль в интерпретации полученных данных.

Научная новизна исследования наиболее ярко проявляется в изучении так называемого "пик-эффекта" в сканирующей капиллярной микроскопии, обнаруженного при сближении зонда с заряженными объектами. Впервые, предложена модель эффекта, которая объясняет экспериментально наблюдаемые стадии роста и уменьшения ионного тока на кривых сближения нанопипетки с образцом. Этот эффект требует дальнейшего изучения, но уже сейчас открывает перспективы для более точных исследований поверхностных зарядов и локальных изменений проводимости в наномасштабе.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке новых методов манипулирования наночастицами, в частности, надежного закрепления золотых наночастиц на кончиках резонансных детекторов массы без использования дополнительных связующих веществ. Это важно для применения в аналитической химии, биосенсинге и наномедицине. Кроме того, в работе предложены рекомендации по минимизации пик-эффекта в сканирующей капиллярной микроскопии, что позволит значительно уменьшить артефакты при сканировании и повысить достоверность получаемых изображений.

Вместе с тем из текста автореферата не ясно проводилось ли исследование пик-эффекта на различных материалах. Несомненно, следовало провести детальное сравнение

измеренного пик-эффекта с теоретическими предсказаниями, для того, чтобы лучше понять природу данного явления и возможности применения.

В целом, диссертация представляет собой тщательно выполненное исследование, демонстрирующее высокий уровень профессиональной подготовки автора. Основные результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях, что подтверждает их научную ценность и востребованность в сообществе.

Диссертация Лукашенко С.Ю. "Особенности использования СЗМ-зондов в нанодиагностике" соответствует установленным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

*Согласен на обработку персональных данных*

Доктор физико-математических наук, профессор,  
Шур Владимир Яковлевич  
Главный научный сотрудник  
Института естественных наук и математики  
Уральского федерального университета имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина (ИЕНиМ УрФУ)

Контактные данные:

Уральский федеральный университет  
Адрес: 620002, Российская Федерация,  
г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
Email: vladimir.shur@urfu.ru  
Дата: 12 марта 2025 г.

*Подпись В.Я. Шура удостоверяю*

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
УРФУ  
МОРОЗОВА В.А.

