

ОТЗЫВ

**научного руководителя на диссертацию Борзунова Андрея Анатольевича на тему
«Восстановление трехмерной информации в сканирующей электронной микроскопии при
детектировании обратно-рассеянных электронов» представленную к защите на соискание
учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ.**

Диссертационная работа Борзунова Андрея Анатольевича посвящена разработке методов математического моделирования и численным методам решения обратных задач восстановления топографии и томографии микрообразцов по данным экспериментальных наблюдений в сканирующей электронной микроскопии при детектировании обратно-рассеянных электронов.

Актуальность работы обусловлена тем, что сканирующая электронная микроскопия остаётся преимущественно двумерным методом, а существующие способы восстановления трёхмерной структуры требуют дорогостоящего оборудования и закрытого программного обеспечения, недоступных большинству лабораторий. Научная новизна заключается в создании оригинального метода поточечного определения углов наклона поверхности, устойчивого к неточностям ручной установки детекторов обратно-рассеянных электронов, и алгоритма комплексной обработки изображений сканирующей электронной микроскопии для количественного исследования топографии рельефа и томографии приповерхностных слоёв массивных образцов. Практическая значимость состоит в том, что предложенные методы и созданные прикладные программные комплексы могут быть внедрены на широком классе серийных устройств без их замены или модернизации, открывая новые виды исследования микрообразцов.

Основные результаты диссертации изложены в четырех публикациях, изданных в рецензируемых научных изданиях, определенных в п. 2.3. Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

Диссертация Борзунова Андрея Анатольевича является законченным исследованием и удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении научных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Рекомендую к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ диссертационную работу Борзунова Андрея Анатольевича «Восстановление трехмерной информации в сканирующей электронной микроскопии при детектировании обратно-рассеянных электронов».

Научный руководитель:

Лукьяненко Дмитрий Витальевич
доктор физико-математических наук,
доцент, профессор кафедры математики
отделения прикладной математики
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

Адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы,
МГУ имени М.В. Ломоносова, дом 1, строение 2,
физический факультет, кафедра математики;
lukyanenko@physics.msu.ru, +7 (495) 939-10-33

«24» декабря 2025 г.

_____ / Д.В. Лукьяненко

Подпись профессора Д.В. Лукьяненко заверяю