

О Т З Ы В

научного руководителя о диссертационной работе

Метлицкой Алены Владимировны

**«Моделирование процессов самоорганизации наноструктур при ионном
распылении поверхности полупроводников»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ (физико-математические науки)

Диссертационная работа А.В. Метлицкой посвящена решению актуальной проблемы микроэлектроники – разработке теоретических основ самоорганизации наноструктур при ионном распылении поверхности. В настоящее время этот процесс изучен явно недостаточно. Разработкой технологий, основанных на явлениях самоорганизации наноструктур, занимается сравнительно узкий круг исследователей, из которых практически значимых результатов добилась группа В.К. Смирнова. Группой разработаны экспериментальные основы технологии формирования наноструктур, получившей название пучковой технологии. Работа Метлицкой А.В. позволяет подвести теоретический фундамент под экспериментальные данные и определить область существования требуемых наноструктур в пространстве технологических параметров. Таким образом, работа А.В. Метлицкой является своевременной, а тема исследования – актуальной.

В работе исследована динамика задач о распылении поверхности полупроводников ионным пучком, возникающих при моделировании различных процессов нанотехнологии, основанных на взаимодействии ионов с поверхностью. Рассмотрены две основные модели эрозии поверхности ионной бомбардировкой - пространственно-нелокальная модель и модель Бредли-Харпера. В рамках этих моделей рассмотрены две однотипные краевые задачи, изучены их состояния равновесия и исследована их устойчивость. На основе полученных результатов выявлен механизм формирования наноструктур (в частности волнообразного нанорельефа) при ионном распылении. Эти результаты получены с использованием метода инвариантных многообразий,

нормальных форм, а также асимптотических методов анализа. Следовательно, являются строго обоснованными с математической точки зрения.

Все основные результаты диссертационной работы, включая:

- состояния равновесия в виде плоского профиля и пространственно-неоднородные решения в виде террас для нелинейного нелокального уравнения эрозии;
- условия устойчивости плоского профиля и пространственно-неоднородных решений нелинейного нелокального уравнения эрозии;
- волновые решения пространственно-нелокального уравнения эрозии, линеаризованного на нулевом состоянии равновесия;
- результаты исследования периодической краевой задачи для одной из версий уравнения Бредли-Харпера методами качественной теории дифференциальных уравнений с бесконечномерным фазовым пространством (пространством начальных условий);
- механизм возникновения широкого класса пространственно-неоднородных форм рельефа, который формируется в процессе ионной бомбардировки;
- асимптотические формулы для решений нелинейного уравнения Бредли-Харпера;
- условия устойчивости решений уравнения Бредли-Харпера, т.е. условия их физической реализуемости

получены автором самостоятельно.

Работа над диссертацией потребовала от А.В. Метлицкая определенных навыков в проведении теоретических исследований. С поставленной задачей А.В. Метлицкая успешно справилась, обнаружив хорошую базовую подготовку. Ею самостоятельно проработан ряд разделов из книги Р. Бериша «Распыление ионной бомбардировкой» и переработан обзор Дж. Картера по моделированию процессов эрозии.

Обучаясь в аспирантуре, А.В. Метлицкая в течение учебного года прослушала курсы лекций по дисциплинам «Уравнения математической физи-

ки» и «Теория устойчивости» на направлении подготовки 01040002_62-10-1-2513 «Прикладная математика и информатика» математического факультета ЯрГУ.

По теме диссертации ее выполнено самостоятельное исследование в рамках государственного контракта № 14.740.11.0474 от «1» октября 2010 г. с Министерством образования и науки РФ по теме: «Моделирование процессов самоорганизации наноструктур при эрозии поверхности полупроводников ионным пучком». Ряд представленных в работе результатов получен при выполнении государственного контракта № П559 от «17» мая 2010 г. по теме «Разработка теоретических основ пучковых технологий для нанoeлектроники в рамках пространственно нелокальной модели эрозии поверхности ионной бомбардировкой».

При работе над диссертацией А.В. Метлицкая продемонстрировала развитые аналитические способности, высокую работоспособность, творческий склад личности и склонность к исследовательской деятельности. В целом, диссертационная работа А.В. Метлицкой является самостоятельным, оригинальным исследованием, отвечающим требованиям «Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней». Считаю, что Метлицкая Алена Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (по физико-математическим наукам).

Научный руководитель –
Директор Ярославского филиала
ФТИА РАН,
заведующий кафедрой микроэлектроники и общей физики ЯрГУ,
д.ф.-м.н., профессор



Подпись: _____
Начальник управления по работе
с персоналом
28.08.2014 Р.И. Волкова

Рудый А.С.