

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации КОЖЕВНИКОВА Игоря Викторовича “Теория дифракции рентгеновского излучения от неоднородных слоистых сред”, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07-физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа И.В. Кожевникова посвящена теоретическому исследованию общих закономерностей отражения и рассеяния рентгеновского излучения от шероховатых слоисто – неоднородных структур и разработке самосогласованного безмодельного подхода к исследованию трехмерной структуры слоисто-неоднородных сред на основе анализа угловых зависимостей коэффициента отражения и интенсивности рассеяния рентгеновского излучения, а также решению обратной задачи синтеза многослойных структур рентгеновской оптики.

В наши дни тонкопленочные и многослойные покрытия широко используются в микроэлектронике, материаловедении, оптике и рентгеновской оптике. Качество пленочных покрытий зачастую является решающим фактором, определяющим предельные параметры микроэлектронных и оптических устройств. Любые отклонения физических и геометрических параметров покрытий от желаемых, возникающие в процессе их формирования, приводят к флуктуациям их электронных свойств, а в ряде случаев и к полному исчезновению квантоворазмерных эффектов в устройствах наноэлектроники или катастрофическому падению отражения от короткопериодных многослойных зеркал рентгеновского диапазона. Ключевым вопросом развития технологий современных многослойных наносистем является процесс формирования межфазовой границы между слоями двух различных материалов. Поэтому разработка количественных методов послойного неразрушающего анализа и контроля атомного и фазового химического состава сверхтонких пленок толщиной в единицы нанометров и менее, а также межфазовых границ раздела толщиной в доли нанометров, является фундаментальной научной проблемой, без решения которой невозможно дальнейшее развитие современных нанотехнологий. В этой связи, большинство задач, решенных Кожевниковым И.В. в диссертационной работе, представляют не только фундаментальный интерес, но и чрезвычайно важны для современных технологий. Особенно следует выделить методику определения PSD-функций границ раздела и скэйлинговых экспонент роста/эрозии поверхностей, а также самосогласованный безмодельный подход к исследованию 3D структур слоистых образцов. Продемонстрированная в работе возможность восстановления профилей концентраций химических элементов, составляющих образец, с разрешением по глубине менее 1нм открывает

новые перспективы для использования рефлектометрии мягкого рентгеновского излучения как метода, позволяющего обнаруживать даже незначительные изменения состава материала.

Следует также отметить огромный вклад Игоря Викторовича в развитие теории многослойных зеркал, работающих в различных спектральных диапазонах для проведения и анализа пучков синхротронного излучения.

Оценивая работу в целом, хочется подчеркнуть, что диссертация Кожевникова И.В. представляет собой фундаментальное исследование, отличающееся большим объемом выполненной работы, новизной поставленных и решенных задач, имеющих широчайшее практическое применение. Результаты диссертации опубликованы в отечественных и международных журналах, и были представлены на многочисленных международных и всесоюзных конференциях. Автор имеет широкие научные связи с зарубежными и российскими физиками, а его труды хорошо известны и получили международное признание. Диссертационная работа Кожевникова И.В. формирует самостоятельное научное направление в теории дифракции рентгеновских лучей, суть которого - теория дифракции рентгеновских лучей от одномерно-неоднородных шероховатых сред.

Работа Кожевникова И.В. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Зав. кафедрой электроники твердого тела

Санкт-Петербургского государственного университета,

профессор, доктор физ.-мат. наук

Тел.: (812) 428 43 52

E-mail: [fareway@rambler.ru](mailto:fareway@rambler.ru)

198504 Санкт-Петербург, Старый Петергоф, ул.Ульяновская. д.1, НИИ физики С.-ПбГУ

Александр Сергеевич Шулаков

Профессор Санкт-Петербургского государственного

университета, доктор физ.-мат. наук

Тел.; (812) 428 43 53

E-mail: [feo@EF14131.spb.edu](mailto:feo@EF14131.spb.edu)

198504 Санкт-Петербург, Старый Петергоф, ул.Ульяновская. д.1, НИИ физики С.-ПбГУ

Елена Олеговна Филатова

Година в руке А.С. Шулакова заверю  
14.03.2014

Година в руке Е.О. Филатовой заверю  
14.03.2014

