

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации  
Волкова Юрия Олеговича

“Диагностика поверхностей твердотельных и комплексных жидкофазных систем методами рентгеновской рефлектометрии и диффузного рассеяния в условиях скользящего падения”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - “физика конденсированного состояния”

Диссертационная работа Ю.О. Волкова посвящена актуальной проблеме – развитию методов количественного анализа твердотельных и сложных жидкофазных систем по данным рентгеновской рефлектометрии и диффузного рассеяния в условиях скользящего падения. Для этой цели соискателем основное внимание уделено решениям обратных модельных задач рефлектометрии с попутным анализом диффузного рассеяния на шероховатостях. Сложность решаемой физической проблемы заключалась в том, что она в общем случае относится к числу некорректно поставленных задач и, строго говоря, не всегда имеет однозначное решение.

К заслуге Ю.О. Волкова, несомненно, следует отнести многоплановую разработку алгоритмов для решения обратных задач исследования твердотельных и комплексных жидкофазных систем. В частности, заслуживают внимание анализ возможностей трёх различных подходов к решению обратной задачи рентгеновской рефлектометрии. Показано, что модельный подход позволяет восстановить структуру образца, если её приблизительный вид известен априори. Применением максимизации энтропии уточняются тонкие детали структуры при хорошем начальном приближении. Подход на асимптотическом продолжении коэффициента отражения позволяет наиболее точно восстановить распределение поляризуемости в случае нарушенных и неоднородных слоёв.

Однако, следует сделать замечания. В третьей главе диссертации анализируется влияние инструментальной функции коэффициенты отражения для монохроматоров Si и LiF с полуширинами 8.7 и 70 угл. секунд, соответственно. При этом в экспериментальных исследованиях использовалась коллимационная система, обеспечивающая расходимость в пределах 40 угл. секунд. Поэтому совершенно не понятно, учитывалась ли инструментальная функция, например, в диагностике наноразмерных пленок оксида гафния, описанной в четвертой главе?

Совершенно неубедительным является вывод о выборе решения с рыхлой внешней поверхностью системы  $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$  по данным просвечивающей электронной микроскопии, поскольку ПЭМ дает информации об очень малом объеме исследуемого образца.

Следует также более детально обосновать пренебрежение мнимой частью рентгеновской поляризуемости при решении обратной задачи, особенно для пленок толщиной 20 нм. Поэтому следовало бы показать проникновение рентгеновского поля вглубь системы  $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ , например, при углах скольжения 3 -5 градусов.

Результаты работ Ю.О. Волкова своевременно опубликованы в ведущих научных журналах и докладывались на престижных национальных и международных конференциях. Структура автореферата диссертации и порядок изложения научных результатов выдержаны согласно принятым нормам.

Анализируя материал, изложенный в автореферате, можно сделать вывод: диссертационная работа выполнена на высоком теоретическом уровне, а ее автор Ю.О. Волков, несомненно, заслуживает ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям: 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией теоретической и вычислительной физики

Отдела математики Коми НЦ УрО РАН,

доктор физико-математических наук,

профессор  В.И. Пунегов

Адрес: 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 24; Тел.: +7-(8212)246242; E-mail:

vpunegov@dm.komisc.ru

