

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Волкова Юрия Олеговича  
«Диагностика поверхностей твердотельных и комплексных жидкофазных систем методами рентгеновской рефлектометрии и диффузного рассеяния в условиях скользящего падения излучения», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 — «физика конденсированного состояния»

Благодаря развитию современных источников рентгеновского и синхротронного излучения методы рефлектометрического анализа планарных объектов всё чаще применяются к исследованию частично упорядоченных систем, в том числе жидкостей. Это обуславливает необходимость совершенствования алгоритмов восстановления структуры таких объектов по данным рефлектометрии. В диссертационной работе Волкова Ю. О. рассмотрена актуальная проблема разработки и реализации алгоритмов, применимых к анализу как твердотельных, так и жидкофазных сред.

В ходе решения данной проблемы Ю. О. Волковым было проведено сравнение трёх методов реконструкции, основанных на различных математических принципах, а также реализован корректный учёт рассеяния на шероховатостях границ раздела, причем совместное применение этих методов в рамках единого подхода позволяет корректно анализировать структуру широкого класса планарных объектов. Данное утверждение наглядно подтверждено диссертантом на примерах исследования нарушенных слоёв на поверхности сверхгладких подложек из лейкосапфира, тонких эпитаксиальных плёнок оксида гафния, а также слоёв липида на жидкой подложке (кремнезоль).

Благодаря использованию реализованного Ю. О. Волковым подхода получен ряд новых научных результатов. Во-первых, показано, что высокотемпературный отжиг подложек из лейкосапфира в различных средах — в вакууме и на воздухе — приводит к существенно различному характеру изменения плотности нарушенного слоя на поверхности подложки. Отметим, что в литературе к настоящему моменту нет однозначного представления о характере эволюции поверхности сапфира при отжиге. Во-вторых, продемонстрировано, что осаждение оксида гафния методом атомного наслаивания обеспечивает существенно меньшую шероховатость формируемой плёнки, чем при методе гидридной эпитаксии. Этот результат согласуется с литературными сведениями о строении таких плёнок, полученными посредством высокоразрешающей рентгеновской дифрактометрии, эллипсометрии и фотоэлектронной спектроскопии. В-третьих, получены количественные оценки структурного расслоения на поверхности жидкого кремнезоля, которые позволяют уточнить качественную модель двойного заряженного слоя. Наконец, экспериментально обнаружено, что при нанесении на поверхность кремнезоля слоя фосфолипидных молекул происходит спонтанное упорядочение его внутренней структуры.

В качестве замечания к диссертации, насколько можно судить по автореферату, следует отметить, что для всех рассмотренных в работе объектов

была рассмотрена лишь шероховатость внешней поверхности. На практике гораздо больший интерес представляет информация о шероховатости скрытых границ раздела, в частности, интерфейсов плёнка-подложка, однако возможность учёта такой шероховатости диссертантом не рассмотрена. Данное замечание не снижает качества диссертационной работы и носит скорее характер пожелания к дальнейшему развитию реализованных автором методов.

Научная значимость и достоверность результатов, полученных Ю. О. Волковым в диссертационной работе, подтверждаются публикациями в рецензируемых научных журналах, а также докладами на национальных и международных научных конференциях. Автореферат изложен в понятной и последовательной форме, благодаря чему обеспечивает адекватное представление о содержании диссертации.

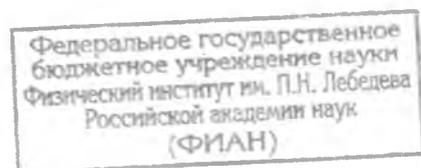
Считаю, что работа «Диагностика поверхностей твердотельных и комплексных жидкофазных систем методами рентгеновской рефлектометрии и диффузного рассеяния в условиях скользящего падения излучения» является полноценной кандидатской диссертацией, соответствующей требованиям ВАК, а её автор, Волков Юрий Олегович, заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 — физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией  
Физического института имени П. Н. Лебедева РАН

доктор физико-математических наук

Сергей Вадимович Кузин

Адрес: 119991 г. Москва, Ленинский проспект, д. 53  
Тел. +7 (499) 132-65-96  
e-mail: kuzin@sci.lebedev.ru



п/п верно

Начальник  
отдела кадров



*Ю. С. Мухоморов*