

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пономарева Д.А.

### **«Модельно-независимый метод определения локального атомного строения с разрешением по глубине в многослойных металлических наногетероструктурах с низкой контрастностью»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Многослойные наногетероструктуры – искусственно синтезированные структуры, обладающие уникальными магнитотранспортными свойствами. Физические свойства этих материалов во многом определяются ролью поверхности и интерфейсных областей. Для этого необходим метод исследования, позволяющий получить информацию о локальном атомном строении с разрешением по глубине.

В работе Пономарева Д.А. представлен новый метод исследования локального атомного упорядочения наногетероструктур с разрешением по глубине. Разработанный метод объединяет в себе рентгеновскую рефлектометрию и EXAFS-спектроскопию с угловым разрешением и состоит из трех последовательных этапов. В работе подробно описана теоретическая часть метода, также определена его погрешность.

При получении информации с помощью представленного метода автором были решены три сложных задачи на каждом из этапов метода. Во-первых, из данных рентгеновской рефлектометрии с помощью модифицированного автором алгоритма был получен концентрационный профиль образца. Концентрационный профиль образца дает полную информацию о его слоистой структуре. По профилю можно наблюдать отдельные слои Fe и Cr, межслойные интерфейсы, а также поверхность образца. Из этих данных автору удалось определить толщину каждого слоя отдельно и об общей толщине образца. Во-вторых, были решены обратные задачи на втором и третьем этапах метода с помощью регуляризации Тихонова.

В результате из экспериментальных данных получена информация о локальном атомном строении слоев, интерфейсов, поверхности для низкоконтрастной системы с перекрывающимися координационными сферами  $Al_2O_3/Cr(100\text{\AA})/[Fe(8\text{\AA})/Cr(10,5\text{\AA})]_2/Cr(20\text{\AA})$ . Показано, что на поверхности образца присутствует  $Cr_2O_3$ . Толщина поверхностного слоя образца оказалась равной  $20\text{\AA} \pm 1\text{\AA}$ . Полученные толщины слоев соответствуют номинальным толщинам образца.

К недочетам работы можно отнести: В автореферате не приведена схема эксперимента с использованием синхротронного излучения. Так как данный метод исследования не является широко известным методом было бы уместным более подробно осветить в автореферате технику эксперимента.

Диссертация Пономарева Дмитрия Андреевича представляет собой очень интересную научную исследовательскую работу, содержащую решение актуальной задачи. Методика примененная для решения данной задачи может быть использована для решения других задач. Результаты работы опубликованы и многократно докладывались как на отечественных, так и зарубежных конференциях. Поэтому можно заключить, что диссертационная работа Пономарева Д.А. «Модельно-независимый метод определения локального атомного строения с разрешением по глубине в многослойных металлических наногетероструктурах с низкой контрастностью», удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Старший научный сотрудник ИХТТМ  
СО РАН, к.х.н.

А.И. Анчаров

Подпись А.И. Анчарова заверяю.  
Ученый секретарь ИХТТМ СО РАН,  
д.х.н.

Т.П. Шахтшнейдер

630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе 18,  
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,  
Тел. (383) 332-40-02, ancharov@mail.ru

*С отзывами ознакомлен 02.04.2018г.*