

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Старчикова Сергея Сергеевича «Магнитные, структурные и электронные свойства наночастиц сульфидов и оксидов железа с различной кристаллической структурой», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния

В автореферате описаны результаты комплексного исследования структурных, электронных и магнитных свойств ряда наноматериалов на основе сульфидов железа  $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{S}$ ,  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$ , а также оксидов железа  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  методами мессбауэровской спектроскопии, измерения намагниченности, электронной микроскопии и дифракции, магнитооптического дихроизма и спектроскопии комбинационного рассеяния света. Исследование представляет интерес не только с учетом описанных в диссертации многочисленных возможных практических применений магнитных полупроводников, но и с методической, «нано-материаловедческой» точки зрения. При исследовании реальных образцов материалов, состоящих из наночастиц, исследователи всегда сталкиваются с неопределенностью, связанной с организацией и взаимодействием этих наночастиц в ансамбле. При этом результаты экспериментальных исследований конкретного образца могут с равным успехом интерпретироваться и как усредненные по ансамблю свойства каждой отдельной частицы, и как коллективные свойства нового упорядоченного метаматериала, в котором роль атомов выполняют наночастицы. Поэтому только сочетание методов, чувствительных к разным физическим свойствам исследуемого объекта, позволяет достаточно надежно интерпретировать получаемые результаты. Сочетание сведений о локальном окружении атомов железа, получаемых из мессбауэровских спектров, с «объемными» данными, получаемыми дифракционными методами, и с данными о зоне структуре материала, получаемыми из оптических измерений, позволило автору диссертации для каждой из исследованных систем выбрать адекватную модель, в рамках которой и проводилась последующая интерпретация данных. В результате удалось, например, сделать вывод о том, что при синтезе наночастиц халькопирита  $\text{CuFeS}_2$  или изокубанита  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$  или  $\text{Fe}_{1-x}\text{Cr}_x\text{S}$  получались не отдельные наночастицы, а самоорганизующиеся наноконпозиты, состоящие из ориентированных или анизотропно упорядоченных наночастиц  $\text{CuFeS}_2$ . Такая аккуратность при интерпретации экспериментальных данных встречается не часто и вызывает уважение к автору и представляемой им научной школе.

Замечания к оформлению автореферата.



1. Мессбауэровские спектры магнитных наночастиц на рис 5 и 6 не содержат информации о температурах, при которых проводились измерения, что понижает информативность вышеуказанных спектров ввиду обычно сильной зависимости формы спектра суперпарамагнитных частиц от температуры.

2. Использование термина «наночастица» в ряде случаев вызывает сомнения. Например, на стр. 14 "Исследования показали, что наночастицы имеют плоскую форму гексагональных пластин с поперечным размером до 1 мкм и толщиной 30 – 40 нм. Каждая такая пластина является монокристаллом..."

Высказанные замечания не снижают научной ценности проделанной работы. Автореферат диссертации «Магнитные, структурные и электронные свойства наночастиц сульфидов и оксидов железа с различной кристаллической структурой» отвечает требованиям ВАК. Считаю, что Сергей Сергеевич Старчиков заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Заместитель директора Центра  
фундаментальных исследований  
НИЦ «Курчатовский институт»  
по научной работе, доктор  
физико – математических наук

М.А.Поликарпов

123182, Россия, г. Москва, пл. Академика Курчатова, 1, НИЦ «Курчатовский институт», e-mail: Polikarpov\_MA@rcki.ru, Тел: +7 499 1969335

Подпись М.А.Поликарпова заверяю.

Заместитель директора  
НИЦ "Курчатовский институт"  
по научной работе



Э.Ф.Лобанович

28 апреля 2015