

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Шаповалова В. А.  
**“Магниторезонансные свойства соединений с нецентральными ионами группы железа, обусловленные упругими деформациями”**,  
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – “Физика конденсированного состояния”.

Диссертационная работа Шаповалова В. А. посвящена исследованию магниторезонансных свойств соединений с нецентральными ионами группы железа при различного типа упругих деформациях. Исследования вызваны тем, что применяемые в медицине и на производстве соединения аттестуются без учета природы ближайшей структуры комплексов с магнитными ионами, а магнитострикция применяемых магнитных пленок соединений измеряется с малой точностью и с помощью разрушающих пленки методов. Эти пленки не имеют характеристики – магнитострикции поверхностного слоя.

Структурно неэквивалентные магнитные ионы в элементарной ячейке и статические и динамические деформации комплексов с магнитными ионами приводят к нецентральности магнитных ионов и к многомимумности потенциала кристаллического поля в монокристаллах. Проявляющиеся при этом эффекты изучены недостаточно, либо вообще не изучены.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, списка литературы и изложена на 303 страницах машинописного текста. Введение посвящено общей характеристике диссертационной работы. В разделе 1 рассмотрена природа многомимумности потенциала кристаллического поля и особенности спектров ЭПР на примере монокристаллов литий–галлиевой шпинели с примесями ионов группы железа. Приведены сведения о диэлектрических кристаллах с магнитными примесями ионов группы железа, которые находятся в кристаллическом поле, имеющем многомимумный потенциал, количество минимумов изменяется от 1 до 12. Обсуждена методика измерений спектров ЭПР и ФМР.

В разделе 2 представлены результаты исследований спектров ЭПР в монокристаллах литий – галлиевой и цинк – алюминиевой шпинелей, допированных ионами меди  $\text{Cu}^{2+}$  и в монокристалле селенита  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ , допированном ионами  $\text{Fe}^{3+}$  и самодопированном ионами  $\text{Bi}^{3+}$ .

Проведенные исследования спектров ЭПР иона  $\text{Cu}^{2+}$  в монокристаллах показали, что механизм перехода от низкотемпературного к высокотемпературному спектру обусловлен температурным заселением энергетических состояний в структурах с многомимумным потенциалом. Минимумы потенциала кристаллического поля в монокристалле шпинели соответствуют искажениям вдоль направлений типа  $\langle 100 \rangle$  и разделены седловинами с высотой барьера  $E_0$ . Ниже барьера расположены энергетические уровни, на которых наблюдаются анизотропные спектры ЭПР. Выше барьера расположены энергетические уровни, на которых наблюдаются изотропные спектры ЭПР. Барьер разделяет качественно разные энергетические уровни.

Модельные представления, описывающие спектры ЭПР в изученных монокристаллах были использованы для анализа спектров ЭПР, полученных в немонокристаллических системах с многоминимумным потенциалом. В разделе 3 представлены результаты исследований физических свойств комплексов с ионами  $Fe^{3+}$  в структурах с низким порядком симметрии, когда магнитный зонд находится в элементарной ячейке нанокристалла или когда магнитный зонд допирован в макромолекулу вещества.

Результаты работы Шаповалова В. А. отличаются от работ других авторов, в которых для объяснения одновременного существования двух линий в спектре ЭПР соединений с ближним порядком симметрии ошибочно предполагалось существование двух центров иона  $Fe^{3+}$ , что не позволяло однозначно и достоверно проводить анализ соединений.

В методе ЭПР информация о магнитном центре обычно определяется по значениям резонансных полей и выражается в форме спинового гамильтониана. При изучении магнитных центров с многоминимумным потенциалом этой информации недостаточно. Например, информация о высоте потенциальных барьеров и характере распределения магнитных центров по энергетическим состояниям отражается в интегральной интенсивности резонансных линий спектра ЭПР.

В разделе 4 изложены результаты экспериментальных исследований магнитных и резонансных свойств феррит – гранатовых и манганитовых пленок, в том числе при высоких давлениях.

Впервые обнаружено проявление поверхностной моды в спектре спин - волнового резонанса при упругой деформации в пленках манганитов, что позволило измерить магнитострикцию поверхностного слоя. Изгибная деформация пленки приводит к проявлению и многократному увеличению интенсивности поверхностной моды в поверхностном слое. Магнитострикция поверхностного слоя оказалась больше магнитострикции объемного слоя.

Впервые для увеличения точности измерения константы магнитострикции  $\lambda$  использован метод низкочастотной восприимчивости при упругих деформациях. По сравнению с ранее применяемыми методами точность измерения константы  $\lambda$  на порядок выше.

**Актуальность темы** диссертации определяют возможности получения новых параметров аттестации соединений благодаря обнаружению нового эффекта - эффекта многоминимумного потенциала кристаллического поля и благодаря обнаружению проявления поверхностной моды в спектре спин-волнового резонанса в пленках манганитов при определенной упругой деформации.

Модель многоминимумного потенциала кристаллического поля, предложенная автором, на основании которой объясняется новый эффект – эффект многоминимумного потенциала кристаллического поля, построена на реальных экспериментальных результатах, полученных автором, поэтому **научная значимость** и **практическая ценность** модели и обнаруженного эффекта не вызывает сомнений.

Результаты диссертации полностью отражены в 32 научных публикациях и 5 авторских свидетельствах.

Диссертационная работа Шаповалова В.А. написана грамотным научным языком в хорошем стиле, способствующим легкости и доступности восприятия излагаемого материала, который полностью соответствует специальности 01.04.07 – “Физика конденсированного состояния”, автореферат диссертации отображает ее содержание. Диссертация написана на основе работ, которые не были использованы автором в кандидатской диссертации.

За время работы над диссертацией Шаповалов В. А. зарекомендовал себя высококвалифицированным научным работником, который способен самостоятельно ставить и решать научные проблемы и задачи на уровне современных требований к физике твердого тела. Шаповалов В. А. активно участвует в рамках бюджетной тематики и в проектах государственной программы научного сотрудничества между Украиной и Польшей.

В связи с вышеизложенным считаю, что диссертационная работа Шаповалова В. А. “Магниторезонансные свойства соединений с нецентральными ионами группы железа, обусловленные упругими деформациями” соответствует всем требованиям ВАК Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – “Физика конденсированного состояния”.

**INSTYTUT FIZYKI PAN**  
**ODDZIAŁ FIZYKI MAGNETYZMU**  
 Al. Lotników 32/46  
 02-668 Warszawa  
 Tel. 843-52-12 lub 843-70-01 w. 280

Доктор физико-математических наук,  
 профессор Института Физики ПАН

Дьяконов В. П.

Подпись Дьяконова В.П. заверяю.

Ученый секретарь ГУ «ДонФТИ им. А.А. Галкина»,  
 кандидат физико-математических наук,  
 старший научный сотрудник



Решидова И.Ю.