

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Е.В. Еремина «**Взаимосвязь магнитной и электрической подсистем в объемных кристаллах и наноструктурах на основе 3d ионов Fe и Mn**», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Исследования спин-зависимых эффектов, то есть эффектов, обусловленных взаимодействием спиновых и зарядовых степеней свободы в твердых телах, представляют собой не только увлекательную проблему современной физики магнитных явлений, но имеют и важную прикладную направленность, поскольку служат фундаментальной основой для разработки и создания элементной базы спинтроники - стремительно развивающейся области квантовой электроники, использующий спиновые степени свободы для хранения, обработки и передачи информации. Работы в этом направлении ведутся во многих ведущих лабораториях мира. В этом смысле актуальность исследований взаимосвязи магнитной и электрической подсистем как в объемных кристаллах, так и в наноструктурах определенного типа, результаты которых представлены в диссертации Е.В. Еремина, не вызывает никаких сомнений. Надо отметить, что исследования и разработки в области спинтроники, успешно ведущиеся в Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН на протяжении уже многих лет, стали одним из ключевых направлений в деятельности института. И, на мой взгляд, немалая заслуга в этом принадлежит Е.В. Еремину.

Диссертация Евгения Владимировича представляет собой довольно масштабный труд, охватывающий различные аспекты многогранной проблемы взаимодействия спиновых и зарядовых степеней свободы. В сферу интересов автора диссертации входят магнетоэлектрики со структурой хантита, манганиты, как те, что проявляют эффект колоссального магнитосопротивления, так и обладающие уникальным набором магнитных, транспортных и диэлектрических свойств, а также магнитные туннельные и диодные структуры.

В качестве наиболее интересных результатов диссертации отмечу следующие.

1. Сравнивая отличающиеся во много раз величины электрической поляризации в парамагнитной фазе кристаллов $\text{HoFe}_3(\text{BO}_3)_4$ и $\text{HoAl}_3(\text{BO}_3)_4$, индуцированной одинаковым магнитным полем, автор диссертации установил, что это различие обусловлено разной величиной магнитострикции в этих материалах. Кроме того, важным, в том числе с практической точки зрения, представляется вывод о том, что величина магнетоэлектрического эффекта в оксиборатах $\text{HoAl}_{3-x}\text{Ga}_x(\text{BO}_3)_4$ зависит от фактора

двойникования и, при наличии двойников, поляризация во внешнем поле определяется как разность поляризаций подсистем правых и левых изомеров (третья глава диссертации).

2. Прямое экспериментальное доказательство эффекта магнитного фазового расслоения в манганите $(La_{0.4}Eu_{0.6})_{0.7}Pb_{0.3}MnO_3$ методом электронного магнитного резонанса (четвертая глава диссертации).

3. Комплексное исследование магнитных, калорических, транспортных и диэлектрических свойств соединения $Pb_3Mn_7O_{15}$, обладающего ярко выраженной слоистой структурой и содержащего ионы марганца со смешанной валентностью Mn^{3+}/Mn^{4+} . Здесь Е.В. Еремину удалось обнаружить и, по крайней мере, на качественном уровне объяснить корреляции между поведением магнитных свойств и механизмом электропроводности в этом соединении.

4. Несомненным достоинством диссертации является то, что в качестве объектов исследования фигурируют искусственные слоистые структуры, причем исследование ведется в оригинальной геометрии «ток в плоскости». Здесь автору не только удалось обнаружить ряд интересных эффектов, но и наметить реальные пути к практическому применению исследуемых объектов, о чем свидетельствует полученный патент.

Высоко оценивая научные результаты, полученные Е.В. Ереминым, хочу сделать одно замечание, или, скорее, дать комментарий к одному из основных результатов диссертации, а именно к результату под номером 4 (четыре) из раздела «Основные результаты и выводы работы». Автор утверждает, что «в рамках модели косвенной связи *определена* магнитная обменная структура $Pb_3Mn_7O_{15}$ ». Действительно, выполненный Евгением Владимировичем количественный анализ и оценка обменных интегралов позволили автору обоснованным образом объяснить изменения магнитных свойств этого слоистого соединения при замещении ионов марганца ионами Ga^{3+} , Ge^{4+} и Fe^{3+} . Но говорить об определении магнитной структуры, мне кажется, преждевременно. Я бы советовал использовать более осторожные формулировки, говоря например, об иерархии или о вероятной структуре обменных взаимодействий. Ведь действительное определение магнитной структуры в таком сложном в кристаллографическом отношении материале, как $Pb_3Mn_7O_{15}$, в котором, к тому же, ионы марганца находятся в разном валентном состоянии, даже при наличии качественных экспериментальных данных по магнитной нейтронографии – вряд ли тривиальная задача. Тем более, если речь идет об определении параметров обменного взаимодействия в структуре, содержащей несколько неэквивалентных магнитоактивных позиций. Для этого необходимо измерение дисперсионных кривых магнитных возбуждений методами неупругого рассеяния нейтронов, и не факт, что для описания дисперсии магнонов достаточно будет учитывать обмен только между ближайшими соседями. Тем не менее, не могу не согласиться с

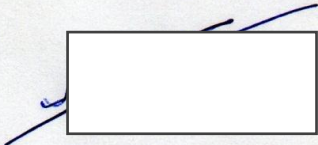
автором диссертации, что проведенный им анализ крайне полезен и, безусловно, будет использован им (или другими исследователями) при дальнейшем изучении магнитной структуры этого и подобных соединений.

Отмеченное обстоятельство ни в коей мере не снижает общей высокой оценки диссертационной работы Е.В. Еремина, завершено оригинального научного труда, результаты которого представляют собой значительный вклад в развитие современных представлений о взаимодействии магнитных и зарядовых степеней свободы в магнитоэлектриках и манганитах с колоссальным магнитосопротивлением, а также в изучение процессов переноса заряда в туннельных и диодных планарных наноструктурах.

Основные результаты диссертации опубликованы в престижных научных журналах, степень обоснованности научных положений и выводов не вызывает сомнения. Результаты исследований, лежащих в основе диссертации Е.В. Еремина, докладывались на многочисленных семинарах, включая международные.

Считаю, что диссертационная работа «Взаимодействие магнитной и электрической подсистем в объемных кристаллах и наноструктурах на основе 3d ионов Fe и Mn» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Еремин Евгений Владимирович – заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Мирмельштейн Алексей Владиславович
Главный научный сотрудник
Отделение экспериментальной физики
ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр-
Всероссийский НИИ технической физики
им. академ. Е.И. Забабахина»,
доктор физ.-мат. наук



456770, Челябинская область, г. Снежинск, ул. Васильева, 13

Телефон 9 (251) 465 11 55

e-mail [redacted] ru

Подпись Мирмельштейна А.В. заверяю:



*Без специализации
по адресу 7200-5
А.В. Мирмельштейн
05.12
О.А. Павлов*