

ОТЗЫВ ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Ханнанова Бориса Хакимжановича

«Электрическая поляризация, индуцированная локальными полярными областями фазового расслоения в мультиферроиках RMn_2O_5 ($\text{R}=\text{Gd}, \text{Bi}$) и $\text{Gd}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Mn}_2\text{O}_5$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированных сред.

Актуальной областью исследований в настоящее время является изучение материалов, в которых сочетается упорядочение магнитной подсистемы с сегнетоэлектрическими свойствами. Такие материалы относятся к мультиферроикам, причем в это понятие принято включать как ферромагнитное, так и антиферромагнитное упорядочение. Интерес к мультиферроикам с магнитным и сегнетоэлектрическим порядком, главным образом, связан с перспективами их практического использования, обусловленными принципиальной возможностью управлять электрическими свойствами магнитным полем и наоборот. Эффективность этого воздействия на свойства мультиферроиков определяется величиной магнитоэлектрической связи. Для усиления связи магнитной и электродипольной подсистем в современной науке рассматриваются разные способы, такие как поиск новых материалов, оптимизация параметров известных материалов путем легирования и пр., а также создание композиционных мультиферроиков различного рода. Недавно было выяснено, что достаточно сильной магнитоэлектрической связью обладают мультиферроики, в которых электрическое упорядочение вызывается переходом в магнитной подсистеме. К таким мультиферроикам второго типа относятся, в частности, манганиты со структурой RMn_2O_5 . Внимание к этим кристаллам обусловлено также сложностью и своеобразием свойств манганитов, вызываемых существованием в них ионов марганца в двух зарядовых состояниях и переносом электронов между ионами с разными зарядами. Именно процессами перераспределения зарядов в манганитах объясняется структурный сегнетоэлектрический фазовый переход, происходящий при изменении магнитного порядка.

В диссертационной работе Ханнанова Б.Х. была поставлена задача дальнейшего исследования конкретных манганитов состава GdMn_2O_5 и BiMn_2O_5 , а также

легированного церием кристалла гадолиниевого манганита и выявления особенностей структуры и поляризации этих манганитов в области температур, выше температур магнитных и электрического фазовых переходов. Исследования проводились различными экспериментальными методами, что позволило получить единую картину происходящих в изученных кристаллах физических явлений, выявить роль зарядового перераспределения и существенно обогатило понимание сложных процессов в этих кристаллах.

Изложение оригинальных результатов предваряется обзором, в котором подробно излагаются свойства редкоземельных манганитов, изученные до настоящего времени. Дается информация о мультиферроидных материалах и рассматриваются использованные в диссертационной работе экспериментальные методики. Также описывается метод выращивания исследуемых монокристаллов и их характеристика.

Затем автор диссертации приводит результаты собственного исследования манганитов в области низких температур, в которой последовательно устанавливается магнитный и сегнетоэлектрический порядок. Полученные данные для намагниченности кристаллов и ферромагнитного резонанса интерпретируются на основе представлений о формировании слоев с разной относительной концентрацией ионов Mn^{3+} и Mn^{4+} , образующих сверхрешетку. В последующих главах приводятся результаты исследования диэлектрических свойств и электрической поляризации в манганитах в широком интервале температур 5-330 К, а также данные, полученные методом рентгеновской дифракции высокого разрешения. Показано, что в изученных манганитах сегнетоэлектрическое упорядочение возникает лишь в результате установления определенного вида магнитного упорядочения ниже примерно 30 К. Продемонстрировано, что в изученных манганитах возникают наноразмерные области, отличающиеся по структуре от основных кристаллов. Эти наноразмерные области нецентросимметричны, полярны, переориентируются за счет термоактивации и ориентируются при приложении внешнего электрического поля, приводя к поляризации всего образца в целом. Ниже температуры замерзания, обозначенной в диссертационной работе как T_f , переориентация областей затормаживается, что имеет аналогию с формированием состояния суперспинового стекла. Обнаружено также влияние магнитного поля на электрическую поляризацию наноразмерных областей.

Установление существования локальных полярных областей и выявление значительного магнитоэлектрического взаимодействия в этих областях является наиболее значимым и интересным результатом диссертационной работы.

Использование проверенных экспериментальных методик и подробный анализ полученных результатов на основе современных теоретических представлений показывает достоверность полученных в диссертации результатов.

По тексту диссертации следует сделать ряд замечаний.

- Намагниченность манганитов измерялась в поле 5 кЭ. Есть ли уверенность, что это поле не смещает температуры магнитных фазовых переходов? Также не указывается, в каком режиме измерялась намагниченность. Если измерялась dc намагниченность, то есть ли гистерезис между ZFC и FC зависимостями?

- На рис. 27, 28 нет расшифровок обозначений пиков магнитного резонанса и не ясно, что разные обозначения пиков означают.

- В тексте диссертации сказано, что при комнатной температуре выращенные монокристаллы имели пространственную симметрию $R\bar{3}m$. Но не приводятся данные или предположения о симметрии манганитов при низкой температуре.

- В тексте имеются опечатки, стилистические ошибки и недоработки. Например, указывается, что в семействе мультиферроиков $R\text{Mn}_2\text{O}_5$ R-редкоземельные ионы, Y и Bi, что не корректно, так как иттрий входит в число редкоземельных элементов. Положения 4 и 5 неудачно сформулированы и не выглядят как положения, выносимые на защиту. В формулах 1.10, 2.11, 3.1 содержатся опечатки.

Сделанные замечания не влияют на обоснованность положений, выносимых автором на защиту, и на значимость полученных результатов. Основные результаты работы опубликованы, доложены на конференциях, апробированы на авторитетных научных семинарах.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Ханнанова Б.Х. полностью отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года (№ 842), ред. от 02.08.2016, а ее автор Ханнанов Борис Хакимжанович заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 “физика конденсированного состояния”.

Результаты диссертационной работы могут быть полезны для дальнейшего развития физики мультиферроиков. Результаты представляют интерес для широкого круга специалистов в области физики конденсированного состояния МГУ им. М.В. Ломоносова, МИРЭА, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ФТИ им. А.Ф. Иоффе, РГПУ им. А. И. Герцена, НИИ физики РГУ, ЮФЦ РАН, УрНЦ РАН.

д.ф.-м.н. (01.04.07- физика конденсированного состояния), профессор Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ)



Чарная Елена Владимировна

_____ 20__ г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (СПбГУ)

Почтовый адрес: 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9.

тел.: +7 (812) 328-20-00

Электронная почта: spbu@spbu.ru

Электронный адрес СПбГУ: spbu.ru