

ОТЗЫВ

научного руководителя Бушинского М.В. на диссертационную работу
Лановского Романа Андреевича

«Магнитное упорядочение в твердых растворах $Sr_{1-x}Y_xCoO_{3-\delta}$ и $La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Ni_yO_{3-\gamma}$ со структурой типа перовскита»,

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

Диссертационная работа Лановского Романа Андреевича «Магнитное упорядочение в сложных оксидах кобальта со структурой типа перовскита» посвящена комплексному изучению кристаллической и магнитной структуры, магнитных и электротранспортных свойств сложных оксидов кобальта со структурой перовскита – кобальтитов.

Большое разнообразие интересных и уникальных свойств редкоземельных кобальтитов прежде всего связывают с различными спиновыми состояниями ионов кобальта, что приводит к появлению необычных магнитных свойств, а также ярко выраженной связью между концентрационными переходами парамагнетик-ферромагнетик и диэлектрик-металл.

Исследование структурно сложных оксидов кобальта с сочетанием различной геометрии кислородного окружения Со является актуальной задачей, которой занимается ряд научных коллективов во всем мире. Однако, несмотря на большое количество проведенных исследований, многие проблемы остаются все еще нерешенными. К обсуждаемым проблемам относится тип основного спинового состояния ионов кобальта в октаэдрическом окружении, а также тип спинового состояния (низкоспиновое - промежуточное - высокоспиновое), в которое последовательно переходят ионы кобальта при повышении температуры. При замещении кобальтита лантана ионами щелочноземельных металлов наблюдается одновременный переход из парамагнитного в ферромагнитное и из диэлектрического в металлическое состояние. Основными гипотезами, объясняющими этот переход являются так называемый двойной обмен между разновалентными ионами кобальта, зонный магнетизм и сверхобмен через ион кислорода. Есть много доводов за каждую из моделей, но совокупность наблюдаемых эффектов эти модели не объясняют.

Кроме того, сложность описания подобных систем обусловлена взаимосвязью между зарядовыми и спиновыми состояниями, орбитальным упорядочением и широким диапазоном возможных кристаллических структур. Это обуславливает и интерес исследователей как с теоретической, так и с практической точки зрения из-за наличия таких различных физических свойств как сверхпроводимость, термоэлектричество, ионная проводимость, гигантское магнитосопротивление и др.

В связи с этим проведенное Лановским Р.А. исследование твердых растворов анион-дефицитных кобальтитов со структурой перовскита $La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Ni_yO_{3-\delta}$ с замещением в А- и В-подрешетках перовскита, а так же слоистых перовскитов $Sr_{1-x}Y_xCoO_{3-\delta}$ из семейства 314 кобальтитов является весьма актуальным. Полученные Лановским Р.А. результаты позволят как разработать новые, так и уточнить существующие модели структурного и орбитального упорядочения в кобальтитах в широком диапазоне химических замещений и не только расширить фундаментальные знания в данной области, но и получить принципиально новые функциональные материалы с заранее заданными физическими свойствами.

Диссертационная работа Лановского Р.А. соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2016-2020 годы, а именно пункту 3 «Промышленные и строительные технологии и производство: новые многофункциональные материалы, специальные материалы с заданными свойствами», утвержденным Указом Президента Республики Беларусь №166 от 22.04.2015 г., а также

приоритетным направлениям научной, научно–технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденным Указ Президента Республики Беларусь №156 от 7.05.2020 г., а именно пункту 4 «Машиностроение и инновационные материалы: композиционные и многофункциональные материалы».

По результатам диссертационной работы Лановского Р.А. опубликовано 5 статей в престижных международных рецензируемых журналах, 6 статей в сборниках материалов международных научных конференций и 2 тезиса докладов на международных научных конференциях. Лановский Р.А. неоднократно принимал активное участие в работе республиканских и международных научных конференциях. Результаты его работы внедрены в учебный процесс. Он являлся лауреатом Стипендии Президента Республики Беларусь за 2022 год.

При работе над диссертационной работой Лановский Р.А. проявил себя вдумчивый, трудолюбивый и способный сотрудник, который постоянно работает над повышением своего научного уровня, проявляет живой интерес к современным научным проблемам, владеет современными методами исследований и способен самостоятельно ставить и решать научные задачи.

Таким образом я считаю, что диссертационная работа Лановского Романа Андреевича соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автору, Лановскому Роману Андреевичу, может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния за:

– установление причин возникновения высокотемпературной ферромагнитной компоненты в твердых растворах $Sr_{1-x}Y_xCoO_{3-\delta}$ и установление взаимосвязи между концентрацией ионов Y^{3+} и особенностями температурного перехода парамагнетик–«ферромагнетик»–антиферромагнетик в твердых растворах $Sr_{1-x}Y_xCoO_{3-\delta}$;

– установление особенностей кристаллической структуры твердых растворов $La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Ni_yO_{3-\gamma}$ ($0.1 \leq x \leq 0.5$, $0.05 \leq y \leq 0.25$), заключающихся в том, что в температурном диапазоне 4 – 300 К симметрией кристаллической решетки является моноклинная $I/2a$, при этом степень моноклинных искажений уменьшается с увеличением концентрации ионов Sr^{2+} ;

– обнаружении существования нескольких концентрационных областей в твердых растворах $La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Ni_yO_{3-\gamma}$ с сильно отличающимися свойствами, меняющихся от характерных для спинового кластерного стекла с полупроводниковым типом проводимости при $x \lesssim 0.18$ до близких к чисто ферромагнитному металлическому состоянию для составов с $x \gtrsim 0.2$ по мере увеличения концентрации ионов-заместителей;

– определение влияния замещения ионов Co ионами Ni в областях с различным содержанием ионов Sr^{2+} , на магнитные и электрические свойства твердых растворов $La_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Ni_yO_{3-\gamma}$, заключающееся в увеличении доли ферромагнитной металлической фазы и значений температуры магнитного упорядочения в составах с $x \lesssim 0.18$ при увеличении концентрации ионов Ni за счет стабилизации IS ионов Co^{3+} и уменьшения моноклинных искажений, тогда как в составах с $x \gtrsim 0.2$ замещение ионов Co антиферромагнитно взаимодействующими ионами Ni наблюдается эффект разбавления, что отражается в уменьшении значений температуры магнитного упорядочения и спонтанной намагниченности на формульную единицу.

Ведущий научный сотрудник лаборатории
оксидных материалов,
кандидат физико-математических наук

