

## ОТЗЫВ

научного руководителя

**Стемпичко Виктора Романовича**

о диссертационной работе Барановой Марии Сергеевны  
«Низкоразмерные магнитные системы в соединениях, содержащих  
переходные элементы»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности:  
05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям)

Диссертационная работа Барановой Марии Сергеевны посвящена установлению и теоретическому обоснованию механизмов возникновения магнитного порядка в низкоразмерных магнитных системах, а также определению эффективных способов их модификации для обеспечения условий практического использования. В качестве объектов исследования выбраны двумерные атомные структуры Ван-дер-Ваальса с общей формулой  $MAX_3$  ( $M = Cr, A = Ge, Si, X = S, Se, Te$ ). Такой выбор был обоснован особенностью их структуры, которая создает необходимые условия для формирования низкоразмерных магнитных систем. Вторым объектом исследования выбраны твердые растворы на основе ZnO. Низкоразмерные магнитные системы в этом случае были сформированы магнитной примесью (Cr, Mn, Fe, Co, Ni), которая, встраиваясь в узлы кристаллической решетки, может формировать низкоразмерные магнитные системы (в том числе димеры и цепочки). Исследование сразу двух классов материалов позволило выполнить сравнение физических механизмов формирования магнитного порядка в атомных структурах с собственным и в атомных структурах с примесным магнетизмом (твердые растворы на основе ZnO).

Исследование носит теоретический характер и выполнялось в рамках методологии многоуровневого моделирования. Основным инструментом являлся лицензионный программный комплекс, предназначенный для квантово-механического моделирования, который обеспечивает требуемый уровень достоверности полученных результатов.

В процессе работы над диссертацией соискатель Баранова Мария Сергеевна проявила себя как квалифицированный специалист, умеющий самостоятельно решать научные задачи, выполнять теоретические

исследования, анализировать полученные результаты, устанавливать зависимости и формировать рекомендации по практическому использованию результатов работы. В частности, в работе решены следующие актуальные задачи:

– установлены и теоретически обоснованы механизмы формирования низкоразмерного магнетизма для различных типов атомных структур (двумерные магнитные системы с общей формулой  $MA_xZ_3$ ), цепочки и димеры переходных элементов (Cr, Mn, Fe, Co, Ni) в объемной немагнитной матрице ZnO на основе данных исследования их состава, структуры, магнитных и электронных свойств в рамках многоуровневого подхода расчета магнитных параметров;

– на основании данных компьютерного моделирования предложены способы управления магнитными свойствами путем анализа полученных механизмов обменного взаимодействия.

В ходе диссертационных исследований Мария Сергеевна подготовила и опубликовала 18 работ, в том числе 7 статей, объемом 4,2 авторского листа, в журналах из Перечня ВАК Республики Беларусь и в зарубежных научных изданиях, 5 публикаций в материалах и сборниках трудов научных конференций объемом 0,8 авторского листа, 6 тезисов докладов на научных конференциях объемом 0,6 авторского листа.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры микро- и нанoeлектроники учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кафедры «Интеллектуальные системы» Белорусского национального технического университета.

Считаю, что диссертационная работа «Электронные и магнитные свойства наноструктурированных оксидов переходных металлов» по уровню проведенных исследований и полученных результатов, их научной новизны и практической значимости отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям), а ее автор, Баранова Мария Сергеевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук за новые научно обоснованные и практически значимые результаты, включающие:

- предложенный подход к организации многоуровневого моделирования микроскопических магнитных параметров низкоразмерных магнитных систем, отличающийся от ранее известных учетом особенностей конкретных атомных структур (двумерного  $\text{MAX}_3$  и объемного  $\text{ZnO}$ ) с верифицированными параметрами квантово-механического моделирования на атомном уровне;
- выявленные и обоснованные зависимости магнитных параметров от структуры и электронных свойств в двумерных атомных структурах  $\text{MAX}_3$  с учетом симметрии кристаллического поля, дополняющие известные ранее теоретические представления о новом классе материалов;
- установленные зависимости и определенные механизмы обменного взаимодействия в квазиодномерных и квазинульмерных магнитных системах, инициированных включением в структуру объемного  $\text{ZnO}$  примеси переходного элемента.
- сравнение механизмов обменного взаимодействия в низкоразмерных магнитных системах на основе двумерных слоев  $\text{MAX}_3$  и объемного  $\text{ZnO}$  с различной размерностью магнитного взаимодействия, по результатам которого установлено, что механизм формирования ферромагнитного порядка во всех объектах исследования одинаков.

Научный руководитель,  
проректор по научной работе  
учреждения образования «Белорусский  
государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»,  
кандидат технических наук, доцент



В. Р. Стемпицкий