

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барановой Марии Сергеевны  
«Магнитный порядок и обменное взаимодействие в двумерных атомных  
структурах ван-дер-ваальсовского типа и твердых растворах ZnO с  
переходными элементами», представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям)

Диссертационная работа Барановой М.С. является комплексным научным исследованием в области нанотехнологий и наноматериалов, в частности, в установлении и теоретическом обосновании моделирования механизмов возникновения магнитного порядка в низкоразмерных магнитных системах – двумерных атомных структурах  $MAX_3$  ( $M=Cr$ ;  $A=Ge, Si$ ;  $X=S, Se, Te$ ) и твердых растворах ZnO с переходными элементами (Cr, Mn, Fe, Co, Ni) и возможности их практического использования.

Актуальность данной работы связана с решением проблем, связанных с разработкой нового поколения устройств спинтроники, в частности установление и теоретическое обоснование механизмов формирования магнитного порядка в атомных структурах, где магнитное взаимодействие ограничено по одному или более пространственных направлений.

Автором диссертации выявлены и обоснованы зависимости магнитных параметров от структуры и электронных свойств в двумерных атомных структурах  $MAX_3$  с учетом симметрии кристаллического поля, дополняющие известные ранее теоретические представления о новом классе материалов. Также установлены зависимости и механизмы обменного взаимодействия от состава и структуры в квазиодномерных и квазинульмерных магнитных системах.

В диссертации показано, что повышение энергии магнитного взаимодействия за счет усиления магнитной анизотропии и изменения обменного взаимодействия способствует формированию высокотемпературного ферромагнетизма, при этом физические механизмы, лежащие в основе данных явлений, могут быть исследованы с помощью компьютерного эксперимента.

Соискателем впервые проведено сравнение механизмов обменного взаимодействия в низкоразмерных магнитных системах на основе двумерных слоев  $MAX_3$  и объемного ZnO с различной размерностью магнитного взаимодействия, по результатам которого установлено, что механизм формирования ферромагнитного порядка во всех объектах исследования одинаков и обусловлен суперобменным взаимодействием между орбиталями разной симметрии.

Представленная работа имеет несомненную практическую значимость, поскольку показана перспективность  $MAX_3$  материалов для спинтронных устройств со спиновой поляризацией, близкой к 100% и перпендикулярной анизотропией. Кроме того, разработанные методики моделирования, могут быть использованы для повышения уровня подготовки студентов в высших учебных заведениях за счет изучения современных подходов к исследованию магнитных характеристик наноструктурированных материалов и наноразмерных систем.

Результаты диссертационной работы, положения в диссертации, выносимые на защиту и выводы, достаточно полно отражены в публикациях. Соискателем опубликовано 18 научных работ, соответствующих п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, включая 7 статей в рецензируемых научных журналах, 5 статей в сборниках материалов конференций, семинаров, 6 тезисах докладов в сборниках тезисов докладов конференций и семинаров.

Считаем, что в рецензируемой научно-квалификационной работе содержится решение научной задачи связанной с многоуровневым подходом, включающем этапы квантовомеханического моделирования структуры, электронных и магнитных свойств и определения полной энергии атомных структур; установлении зависимости и определении механизмов обменного взаимодействия от состава и структуры квазиодномерных и квазинульмерных магнитных системах, а автор – диссертационного исследования – Баранова Мария Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям).

Проректор по научной работе,  
УО «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О.Сухого»,  
доктор технических наук, доцент

А.А.Бойко

Подпись *Бойко Андрей Андреевича*  
заверяю  
инспектор (инженер) по кадрам отдела кадров  
УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»  
подпись *И. П. Шарган*  
И. П. Шарган  
Отдел кадров  
20 22 г.

Совет по защите  
диссертаций при БГУИР  
« 11 » ноября 2022 г.  
Вх. № 05.02-11/152