


УТВЕРЖДАЮ

Директор
Научно-исследовательского
учреждения «Институт ядерных
проблем» Белорусского
государственного университета


С.А Максименко
«15» ноября 2022 г.

ОТЗЫВ

оппонирующей организации – Научно-исследовательского учреждения «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета о 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)

Экспертиза диссертации проводилась в соответствии с требованиями «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий», утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 № 560 (в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 № 190), и «Положения о совете по защите диссертаций», утвержденного постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22.02.2005 № 19 (в ред. постановления ВАК от 19.08.2022 № 2).

Диссертация Барановой Марии Сергеевны выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» под научным руководством кандидата технических наук, доцента Стемпицкого Виктора Романовича.

Одним из важнейших вопросов современного физического материаловедения является создание магнитных полупроводников. Под магнитным полупроводником подразумевается материал, обладающий как полупроводниковыми, так и магнитными свойствами при комнатной температуре. Такие материалы могут применяться для создания электронных компонент, таких как память STT-RAM (Spin Torque Transfer RAM), спиновые транзисторы, логические схемы, обладающие более высоким быстродействием и низким тепловыделением по сравнению с современными и менее подверженные воздействию ионизирующих излучений. Представленная на рассмотрение диссертация М.С. Барановой “Магнитный порядок и обменное

взаимодействие в двумерных атомных структурах ван-дер-ваальсовского типа и твердых растворах ZnO с переходными элементами” посвящена исследованиям в указанной выше важной области современной науки и технологий.

Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь, в частности пунктам 1. “Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства” и 4. “Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы” перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг.

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки;

Диссертационная работа посвящена установлению и теоретическому обоснованию возникновения магнитного порядка в низкоразмерных магнитных системах, в двумерных атомных структурах MAX_3 ($M = Cr$; $A = Ge, Si$; $X = S, Se, Te$), а также в ZnO, что соответствует пунктам “Свойства наноструктур и наноструктурированных материалов” и “методы анализа структуры и свойств наноструктур и наноструктурированных материалов” паспорта специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям) – физико-математические науки.

2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Основной целью диссертационного исследования являлась разработка новых методов моделирования для описания фундаментальных и прикладных характеристик низкоразмерных магнитных систем, в частности использование многоуровневого подхода для анализа структурных, электронных и магнитных свойств системы на основе MAX_3 и ZnO.

Представленные в диссертации результаты являются новыми и находятся в русле современных мировых тенденций в исследовании низкоразмерных магнитных материалов.

Научная и практическая значимость результатов диссертационной работы определяется перспективностью их использования при разработке материалов для спинтронных устройств со спиновой поляризацией, близкой к 100 %.

Публикации автора диссертации и содержание диссертационной работы демонстрируют, что М.С. Баранова внесла значимый научный вклад в успешное решение поставленной научной задачи и получила результаты, важные для понимания исследуемых процессов и перспективные для возможного практического использования.

3. Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук

Соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук за получение следующих новых научных результатов:

1. Использование многоступенчатого подхода к расчету характеристик двумерных систем на основе MAX_3 и ZnO с применением квантово-механического метода моделирования и учетом интеграла обменного взаимодействия с использованием модельного гамильтониана Гейзенберга, что впервые позволило определить не только параметры решетки и электронные свойства соединений типа MAX_3 , но также интеграл обменного взаимодействия, эффективность спиновой поляризации и температуру Кюри.

2. Выявление доминирования суперобменного взаимодействия между p -орбиталями разной симметрии (p -орбитали халькогена (Te, S, Se) в MAX_3 и p -орбитали кислорода в ZnO) в формировании в них ферромагнитного порядка, а также формирование антиферромагнитного порядка за счет прямого антиферромагнитного обменного взаимодействия между d -орбиталями одной симметрии.

3. Модельное предсказание формирования ферромагнитный порядок в соединениях CrGeSe_3 , CrGeTe_3 , CrSiSe_3 и CrSiTe_3 и антиферромагнитного порядка в соединениях CrGeS_3 и CrSiS_3 , при сохранении полупроводниковых свойств, что упрощает выбор типа соединений для реализации спинтронных устройств на их основе.

4. Рекомендации по практическому использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы могут иметь практическое применение при решении ряда фундаментальных проблем современной электроники при создании спинтронных устройств.

5. Замечания и предложения по диссертации

1. В диссертационной работе присутствует ряд опечаток.

2. В главе 3 представлены результаты моделирования CrGeTe_3 при различных параметрах Хаббарда для атомов хрома (U_{Cr}), а также сравнение полученных результатов с экспериментальными: представляется интересным более детальное исследование в интервале U_{Cr} от 0 эВ до 1 эВ, так как в этом диапазоне можно ожидать хорошее совпадение рассчитанных и экспериментальных значений оцениваемых параметров.

3. Полученные в главе 3 параметры для CrGeTe_3 используются при моделировании широкого ряда MAX_3 структур, в тоже время отсутствует сравнение с экспериментальными данными для других составов MAX_3 .

4. Выводы 1 и 4 по своей сути являются постановкой задачи и не обязательны для включения в заключение к диссертации.

Указанные замечания не влияют на качество и значимость диссертационной работы.

6. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Применение современных методов исследования, высокий научный уровень диссертационной работы, качественное ее оформление в полном соответствии с требованиями ВАК, новизна полученных результатов, публикации в рецензируемых журналах, теоретическая и практическая значимость полученных результатов дают основание утверждать о соответствии научной квалификации Барановой М.С. ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям).

Диссертационная работа М.С. Барановой представляет собой самостоятельно выполненное законченное научное исследование и соответствует всем требованиям Высшей аттестационной комиссии, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Баранова Мария Сергеевна, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям).

Отзыв составлен на основании заключения эксперта – Харченко Андрея Андреевича, кандидата физико-математических наук, доцента.

Отзыв обсужден после заслушивания доклада соискателя на расширенном заседании Ученого совета НИИ ЯП БГУ, проведенного в соответствии с приказом директора от 02.11.2022 № 34/Д, и утвержден открытым голосованием (присутствовало 27 человек, в том числе 10 докторов и 9 кандидатов наук). Протокол заседания Ученого Совета НИИ ЯП БГУ № 07 от 10 ноября 2022 г.

Результаты голосования:

За	– 19,
Против	– 0,
Воздержались	– 0.

Заместитель председателя Ученого совета,
доктор физ.-мат. наук, доцент

А.С. Лобко

Эксперт оппонировавшей
организации,
кандидат физ.-мат. наук, доцент

А.А. Харченко

Секретарь Ученого совета,
кандидат физ.-мат. наук

В.П. Кутаевичюс

Ознакомлена 15.11.2022

