

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кузнецова Михаила Алексеевича  
«**Эффекты близости в многослойных магнитных структурах**»,  
представленной на соискание ученой степени *кандидата физико-математических наук*  
по специальности

1.3.8. «Физика конденсированного состояния».

Магнитокалорические эффекты традиционно используются для адиабатического охлаждения (размагничивания) твердых тел. Тем не менее, до сих пор технология сталкивается с трудностями ввиду того, что для объемных (массивных) образцов необходимо использовать большие магнитные поля. При этом в наноразмерных магнитных структурах или гибридных структурах, содержащих тонкие магнитные слои, можно добиться сопоставимых с массивными образцами величин магнитокалорического эффекта при заметно меньших магнитных полях, что, очевидно, востребовано для практических применений. Изменения свойств тонкопленочных магнитных систем, в свою очередь, достигаются за счет эффекта близости между слоями магнитоупорядоченного и магнитонеупорядоченного материалов. Роль эффектов близости в многослойных системах, содержащих магнитные слои, в целом является важным вопросом, требующим детальных теоретических исследований. Понимание микроскопической природы эффекта близости и макроскопических следствий дает большие возможности для технологов к созданию структур с целевыми магнитными свойствами. В этой связи **актуальность диссертации не вызывает сомнений**.

Диссертационная работа Кузнецова М.А. носит теоретический характер. В ходе решения поставленных задач автор пользуется современными аналитическими и вычислительными методами. Кузнецовым М.А. в выполненном диссертационном исследовании был **получен ряд новых научных результатов**. Отмечу из них следующие:

1. Продемонстрировано, что в тонкопленочных структурах Fe/Gd/Fe магнитокалорический эффект, сопоставимый с известным из литературы для объемного Gd, может достигаться при магнитных полях почти в 30 раз меньше, чем необходимо для объемного материала.

2. Эффект магнитной близости в тонкопленочных структурах FM/MnF<sub>2</sub>/FM (FM – ферромагнетик) приводит к примерно 60-кратному усилению магнитокалорического эффекта.

3. Найдены условия формирования стабильных киральных магнитных структур (типа скирмиона) в структурах ферромагнетик/парамагнетик и ферромагнетик/сверхпроводник. Показано, что такие текстуры могут стабилизироваться только в структуре «ферромагнетик/парамагнетик».

**Практическая значимость** работы: автором обнаружено, что структуры «ферромагнетик/парамагнетик» могут использоваться как возможный материал для создания и удаления скирмионов, что может найти применение в устройствах магнитной памяти.

Судя по автореферату, работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, обладающую внутренним единством. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями. Работа прошла значительную апробацию на российских и международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано **6 статей в рецензируемых периодических изданиях, индексируемых в Scopus**. Представленные в диссертационном исследовании выводы обоснованы и достоверны. Паспорту специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния» работа соответствует.

Автореферат написан ясным языком, отражает содержание диссертационной работы. Между тем, при его прочтении возникает **вопрос**:

как влияют неоднородности или шероховатости границ раздела в слоистой структуре на полученные в диссертации количественные результаты?

Вопрос носит характер уточняющего, не снижает общего хорошего впечатления о работе, не отражается на актуальности, научной новизне и практической значимости проведенного исследования.

В целом, выполненная диссертационная работа представляет собой законченную внутренне единую и непротиворечивую апробированную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития физики конденсированного состояния. По актуальности темы, научной новизне и практической значимости **диссертация «Эффекты близости в многослойных магнитных структурах» полностью соответствует требованиям Раздела II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям**, а ее автор, **Кузнецов Михаил Алексеевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния».

Отзыв подготовил:  
кандидат физико-математических наук,  
доцент, исполняющий обязанности  
зав. кафедрой квантовых и нейроморфных  
технологий физического факультета ННГУ

Конаков  
Антон Алексеевич  
21 января 2025 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ)  
Почтовый адрес: Россия, 603022, Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корпус 3, физический факультет  
Контактный телефон: 8 (831) 462 33 04  
Адрес электронной почты: konakov@nifti.unn.ru

Подпись Конакова А.А. ~~достоверно~~



*Ученый секретарь*  
*А.А. Конаков*