

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки

**Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе**  
**Российской академии наук**  
(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

ул. Политехническая, д. 26, г. Санкт-Петербург, 194021

Тел. (812) 297-22-45, факс (812) 297-10-17

[post@mail.ioffe.ru](mailto:post@mail.ioffe.ru), <http://www.ioffe.ru>

ОКПО 02698463, ОГРН 1037804006998

ИНН 7802072267, КПП 780201001

Диссертационный совет Д 24.1.238.02  
при ФИЦ «Институт прикладной физики  
им. А. В. Гапонова-Грехова» РАН

ул. Академическая, д. 7, д. Афонино,  
Кстовский р-н, Нижегородская обл. 603087

№ \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**Отзыв на автореферат диссертации Кузнецова Михаила Алексеевича**  
**«Эффекты близости в многослойных магнитных структурах»,**  
**Представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук**  
**по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния**

Диссертационная работа Кузнецова М. А. посвящена решению актуальной проблемы эффектов близости, возникающих в различных гетероструктурах и существенно влияющих на их функциональные свойства. Магнитные эффекты близости, наблюдающиеся в структурах на основе магнитных материалов с разным типом магнитного упорядочения, или на основе магнитных и немагнитных материалов, играют важную роль в различных спинтронных устройствах, так как их присутствие меняет как статические, так и динамические свойства этих структур. Из-за того, что эти эффекты, как правило, проявляются на нанометровых масштабах, их исследование требует, с одной стороны, высокого качества соответствующих гетероструктур и высокой точности и разрешающей способности методик, применяемых для измерений свойств таких структур. С другой стороны, надёжное описание магнитных эффектов близости оказывается сложной теоретической проблемой. Таким образом, тематика диссертационной работы является актуальной.

Используя феноменологические теории для описания ферро-, антиферромагнетиков и сверхпроводников, соискатель представил теоретический анализ проявления магнитного эффекта близости, связанного с обменным взаимодействием, в магнетокалорическом эффекте (МКЭ) в гетероструктурах на основе ферро-, антиферромагнетиков и парамагнетиков. Этому посвящены две оригинальные главы диссертации. В них получены выражения, позволяющие рассчитать изменение магнитной энтропии на основе микромагнитных свойств структур. Получены оценки величины МКЭ в гетероструктурах ферромагнетик/парамагнетик/ферромагнетик, ферромагнетик/антиферромагнетик/ферромагнетик и показано, что МКЭ, достигаемый в относительно слабых полях при переключении ферромагнитных слоёв и соответствующем изменением магнитного состояния прослоек, сравним с МКЭ, получаемым при намагничивании Gd в больших полях.

Еще одна оригинальная глава посвящена рассмотрению нарушения киральной симметрии в структурах ферромагнетик/парамагнетик и ферромагнетик/сверхпроводник, а рассматриваемый эффект близости в данном случае связан с магнитостатическим взаимодействием. Получено важное аналитическое выражение для эффективной постоянной Дзялошинского-Мории, описывающей возникновение киральности в рассматриваемых структурах и отличающейся знаком в структурах ферромагнетик/парамагнетик и ферромагнетик/сверхпроводник. Сделан интересный вывод, что появление такой эффективной постоянной может приводить к возникновению киральных магнитных структур только в структурах ферромагнетик/парамагнетик.

Полученные в работе результаты и сделанные на их основе выводы являются новыми и вносят вклад в развитие представлений о магнитных наноструктурах. Автореферат написан на хорошем научном уровне и позволяет получить представление об объёме и сути проделанной соискателем работы и основных полученных результатах.

В качестве замечания по автореферату можно высказать следующее.

1. В автореферате приводятся численные оценки эффектов: МКЭ в структурах Fe/Gd/Fe и ферромагнетик/MnF<sub>2</sub>/ферромагнетик, эффективного параметра Дзялошинского-Мории в структурах ферромагнетик/парамагнетик и ферромагнетик/сверхпроводник. При этом не указано, имеются ли какие-либо экспериментальные данные по этим эффектам в подобных структурах, и сравнимы ли полученные теоретические оценки с этими данными.

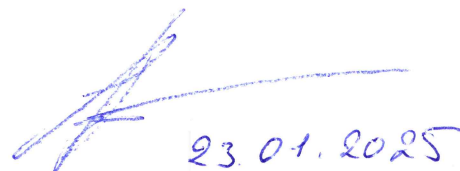
2. В автореферате не уточняется, какие ферромагнитные слои рассматривались при расчётах МКЭ для структуры ферромагнетик/MnF<sub>2</sub>/ферромагнетик. Каким критериям должны соответствовать эти слои?

3. При обсуждении выражения для эффективной постоянной Дзялошинского-Мории используется термин критические точки парамагнетика и сверхпроводника. Не вполне понятно, что имеется в виду под критической точкой для парамагнетика.

Указанные замечания не влияют на высокую оценку представленной работы.

Считаю, что диссертационная работа «Эффекты близости в многослойных магнитных структурах» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Кузнецов Михаил Алексеевич, заслуживает присуждения научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Калашникова Александра Михайловна  
PhD (признаваемая в РФ как степень к.ф.м.н.)

  
23.01.2025

Ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией  
Лаборатория физики ферроиков  
Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской Академии наук

Почтовый адрес: Политехническая ул., д. 26, С.-Петербург, 194021, Россия  
Тел. +78122927963  
Эл. почта: kalashnikova@mail.ioffe.ru



Подпись Калашниковой А.М. удостоверяю  
зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

М.М. Бузенико, Н.С. Бузенико