

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Калитухо Инны Викторовны «Ферромагнитный эффект близости в гибридной структуре ферромагнетик - полупроводниковая квантовая яма», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа Калитухо И.В. посвящена экспериментальному исследованию спиновых взаимодействий в гибридной структуре полупроводниковая CdTe квантовая яма/ферромагнетик. Исследования проводились с помощью оптических методов, таких как спектроскопия поляризованной фотолюминесценции, в том числе с разрешением по времени, неупругое рассеяние света с переворотом спина, измерение эффекта Керра методикой накачка-зондирование и др. при использовании внешнего магнитного поля.

Гибридная структура квантовая яма/ферромагнетик представляет собой чрезвычайно интересный объект исследования, в котором реализуются различные эффекты, связанные со взаимодействием двух спиновых систем: ферромагнетика и носителей заряда в активной области (квантовой яме), разделённых тонким барьером. Рассмотренные в проекте структуры реализуют новый способ управления спином в немагнитных полупроводниках – за счёт эффекта близости. К преимуществам эффекта близости можно отнести отсутствие спиновой релаксации и сохранение высокой подвижности носителей, поскольку в активной области нет магнитных примесей. При этом описание эффекта в мировой научной литературе ещё не завершено и для использования всех его преимуществ необходимо детальное экспериментальное исследование, чему и посвящена диссертационная работа. Таким образом, работа актуальна как с научной, так и с практической точек зрения.

В диссертационной работе Калитухо И.В. получены следующие новые результаты:

1. Обнаружено спиновое взаимодействие в системе квантовая яма/кобальт с характерным масштабом 30 нм – дальнедействующий ферромагнитный эффект близости.
2. Экспериментально показано, что природа дальнедействующего ферромагнитного эффекта близости заключается в обменном взаимодействии d-электронов ферромагнетика и акцепторных дырок в квантовой яме.
3. Демонстрируется управление величиной обменного взаимодействия посредством приложения электрического поля к гибридной структуре.
4. Обнаружено сосуществование короткодействующего (для электронов в квантовой яме) и дальнедействующего (для акцепторных дырок в квантовой яме) эффектов близости в системе квантовая яма/железо.

Экспериментальные результаты в диссертации получили необходимое теоретическое обоснование. Так, в рамках работы предложена модель эффективного обменного взаимодействия спиновой системы ферромагнетика и

дырок в квантовой яме, которая объясняет передачу углового момента от ферромагнетика к квантовой яме посредством эллиптически поляризованных фононов.

В целом, диссертационная работа представляет существенный научный интерес, посвящена актуальной проблеме, а полученные результаты являются оригинальными. Об этом также свидетельствуют публикации автора в рецензируемых научных журналах, участие в российских и международных конференциях, обсуждение результатов работы на семинарах.

В качестве замечания можно отметить, что в автореферате присутствуют опечатки и неточности (например, на стр.10 и в подписи к Рис.4), впрочем, в очень небольшом количестве. Указанное замечание не сказывается на общем положительном впечатлении от работы.

Автореферат позволяет судить о диссертационной работе “Ферромагнитный эффект близости в гибридной структуре ферромагнетик - полупроводниковая квантовая яма” как о соответствующей всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния согласно Положению о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук. Ее автор, Калитухо Инна Викторовна, заслуживает присуждения ей искомой ученой степени кандидата физико-математических наук.

Дорохин Михаил Владимирович,

д.ф.-м.н. по спец. 1.3.11 Физика полупроводников

зав.лаб. Научно-исследовательский физико-технический институт

ФГАОУВО "Национальный исследовательский

Нижегородский государственный

университет им. Н.И. Лобачевского"

\_\_\_\_\_ М.В. Дорохин

Подпись М.В. Дорохина заверяю

Учёный секретарь Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского"

к.с.н.

\_\_\_\_\_ Л.Ю. Черноморская