

**Отзыв на автореферат диссертации Смирнова Дмитрия Сергеевича
«Теория спиновых флуктуаций носителей заряда
в полупроводниковых наноструктурах»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – физика полупроводников**

Современные экспериментальные и теоретические исследования полупроводниковых структур пониженной размерности демонстрируют ключевую роль спиновой степени свободы носителей заряда при описании их транспортных и оптических свойств. Большое разнообразие видов наноструктур требует внимательного анализа особенностей спиновой динамики носителей заряда в зависимости от пространственной размерности наноструктуры. Это ставит ряд серьезных задач перед теорией и экспериментом. Арсенал экспериментальных методов исследования спиновых свойств носителей заряда в низкоразмерных полупроводниковых системах в последнее время пополнился новой методикой, основанной на анализе спинового шума. Методика спектроскопии спинового шума, будучи новым методом изучения спиновой динамики, делает разработку теоретических моделей спиновых флуктуаций актуальной и весьма востребованной задачей.

Диссертация Д.С. Смирнова посвящена теоретическому исследованию спиновых флуктуаций электронов и дырок в объемных полупроводниках и гетероструктурах, что, в свете сказанного выше, определяет ее актуальность.

Первая глава диссертации посвящена исследованию спиновых флуктуаций в термодинамическом равновесии. Сопоставлены два теоретических подхода к описанию спиновой динамики: модель центрального спина и модель замороженных ядерных спиновых флуктуаций, последняя модель также применена к описанию экспериментальных данных по спектроскопии спинового шума электронов и дырок в квантовых точках. Учтено обменное взаимодействие между носителями заряда и показано, что оно приводит к количественной модификации спектров спиновых флуктуаций.

Во второй главе диссертации теоретически изучены спиновые флуктуации электронов в условиях динамической поляризации ядер, а также описан динамический эффект Зеемана. Показано, что спектроскопия спинового шума с временным разрешением позволяет исследовать «отогрев» ядерной спиновой подсистемы.

Третья глава диссертации посвящена спиновым флуктуациям носителей заряда в условиях оптического возбуждения. Рассмотрено как резонансное, так и нерезонансное возбуждение кулоновских комплексов и генерация неравновесных электронов и дырок. Показано, что возбуждение системы приводит к уширению спектров спинового шума и уменьшению амплитуды флуктуаций, а также к возникновению анизотропии спиновой релаксации. Отдельно в третьей главе рассмотрены индуцированные спином флуктуации коэффициента прохождения света через микрорезонатор с однократно заряженной квантовой точкой, находящийся в режиме сильной связи фотонной моды микрорезонатора с трионным резонансом квантовой точки.

В четвертой главе диссертации обсуждается спиновая динамика и флуктуации свободных электронов в квантовой яме в режиме стриминга. Показано, что время спиновой динамики немонотонным образом зависит от величины приложенного электрического поля, а спектр спинового шума состоит из серии пиков, расположенных на частотах собственных спиновых мод системы.

Большое внимание в работе уделено сопоставлению полученных результатов с экспериментальными данными, что является несомненным достоинством диссертационной работы. Разработанная теория хорошо описывает эксперименты по спектроскопии спинового шума электронов и дырок, локализованных в квантовых

точках из GaAs, а также отрицательно заряженных трионов, локализованных на шероховатостях интерфейсов квантовых ям.

Судя по изложенным в автореферате научным результатам диссертационной работы Д.С. Смирнов безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 - «Физика полупроводников».

20 декабря 2017 г.

Заведующий лабораторией теоретической физики
Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова
Сибирского отделения Российской академии наук,
доктор физико-математических наук

Ковалёв Вадим Михайлович

Шифр специальности автора отзыва 01.04.10 «Физика полупроводников»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова
Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН)»
Адрес: 630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева 13
e-mail: vadimkovalev@isp.nsc.ru
тел. раб. 8 (383) 333-32-64

Подпись заведующего лабораторией теоретической физики ИФП СО РАН,
доктора физико-математических наук Ковалёва В.М. заверяю

Ученый секретарь ИФП СО РАН
кандидат физико-математических наук

Аржанникова С.А.