

194021, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 26,
ФТИ им. А.Ф. Иоффе,
ученому секретарю
Диссертационного совета Д 002.205.02
д.ф-м.н. Сорокину Л.М.

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Котовой Любови Викторовны
**«Эффекты пространственной дисперсии в полупроводниковых
гетероструктурах»**, представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.04.10 - «Физика полупроводников».

Диссертационная работа Л.В. Котовой посвящена детальному исследованию эффектов пространственной дисперсии в наногетероструктурах, в частности, полупроводниковых квантовых ямах. Актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений. Исследования оптических и магнитооптических явлений в полупроводниковых гетероструктурах, позволяющие устанавливать их характеристики и параметры, в настоящее время представляют интерес как с точки зрения фундаментальной физики, так и с потенциальной возможностью практических применений. Изучаемые в диссертации эффекты в полупроводниковых кристаллах тесно связаны со спиновыми явлениями, так как их микроскопическая природа основана на спин-орбитальном взаимодействии. Спиновые явления в полупроводниках и наносистемах представляют собой одно из интенсивно исследуемых и перспективных направлений развития современной физики конденсированных сред, именуемой спинтроникой. К основным задачам спинтроники относят поиск эффективных оптических, электрических и иных способов управления спинами носителей и магнитными свойствами вещества. На поиск таких возможностей и ориентированы исследования, результаты которых представлены в диссертации «Эффекты пространственной дисперсии в полупроводниковых гетероструктурах».

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключение, списка основных обозначений и списка цитируемой литературы. Работа изложена на

118 страницах, содержит 35 рисунков и список литературы из 105 наименований.

Введение содержит общую характеристику работы. Дана оценка современного состояния исследований по выбранной теме и обоснована ее актуальность. Сформулирована цель диссертационной работы, обоснованы научная новизна и практическая значимость результатов, изложенных в диссертации. Перечислены основные положения, выносимые на защиту. Представлен общий план подачи материала с разбивкой по главам.

В первой главе представлен обзор литературы по обнаружению и исследованию оптических и магнитооптических эффектов в объемных полупроводниках, который подчеркивает новизну изучения эффектов пространственной дисперсии в наногетероструктурах.

Во второй главе диссертации «Эффекты гиротропии в полупроводниковых гетероструктурах» представлено детальное экспериментальное исследование оптической активности квантовых ям, проявляющей себя в конверсии поляризации отражённого света в области экситонных резонансов. Исследуемый эффект характеризуется линейным по волновому вектору вкладом в диэлектрический отклик. Экспериментально получены зависимости конверсии поляризации от угла падения света и от ориентации плоскости падения света относительно кристаллографических осей, поведение которых отражает теоретическую модель, предложенную для описания данных. Установлено, что микроскопическим механизмом является спин-орбитальное расщепление Дрессельхауза, величина которого определена для квантовой ямы на основе ZnSe. Определена зависимость эффекта конверсии поляризации отраженного света от изменения ориентации линейной поляризации падающего света. Обнаружено усиление эффекта при интерференционном подавлении фонового отражения.

Третья глава «Магнитоиндуцированная пространственная дисперсия полупроводниковых квантовых ям» посвящена исследованию конверсии поляризации отражённого света, индуцированной магнитным полем в плоскости структур. Измерена степень конверсии поляризации отраженного сигнала, линейная как по магнитному полю, так и по волновому вектору в плоскости квантовой ямы, резонансно усиливающаяся вблизи энергии тяжелого экситона. Установлено, что магнитоиндуцированная пространственная дисперсия обусловлена структурной асимметрией квантовой ямы. Из измеренных магнитолевых зависимостей определена

степень структурной асимметрии исследуемых квантовых ям GaAs/AlGaAs и CdZnTe/CdTe/CdMgTe, объясняемая смешиванием тяжёлых и лёгких дырок.

Линейный по компонентам как магнитного поля в плоскости, так и волновому вектору света, магнитогиротропный вклад в отражение, обусловленный объёмно-инверсионной асимметрией, исследован и описан в четвертой главе диссертации «Магнитогиротропное отражение от полупроводниковых гетероструктур». Полученные экспериментальные результаты подтверждают теоретическую модель смешивания тяжелых и легких дырочных состояний в квантовой яме из-за как орбитального, так и спинового эффектов в магнитном поле, описывающую проявление эффекта магнитоиндуцированной пространственной дисперсии в отражении от полупроводниковой квантовой ямы. Установлены величины постоянных расщепления объёмно-инверсионной асимметрии в исследуемых структурах на основе соединений A_3B_5 и A_2B_6 .

В Заключение подведены итоги, обобщены основные результаты работы и приведён список публикаций автора.

В качестве замечаний по диссертационной работе Л.В. Котовой можно отметить следующее:

1. В разделе 3.3 указано, что для экситона с тяжелой дыркой эффекты Керра отсутствуют. Из текста не ясно, имеются ли в виду полярный эффект Керра? Это утверждение требует уточнения. Было бы лучше явно указать, какие эффекты Керра здесь подразумеваются.
2. В приведённой матрице коэффициентов отражения в формуле (2.25) недиагональными членами должны быть Γ_{ps} и Γ_{sp} , однако в работе эти члены одинаковы и обозначены как Γ_{ps} .
3. Недостаточно отмечены дальнейшие возможные перспективы исследований по теме диссертации. Автору следовало бы отметить, в каком направлении они возможны и целесообразны.

Представленные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы, которая является оригинальным и законченным научным исследованием. Полученные результаты являются новыми и представляют существенный научный интерес. Актуальность, практическая значимость, новизна диссертационной работы, а также личный вклад автора и достоверность полученных результатов не вызывают сомнения. Основные

результаты диссертационной работы неоднократно обсуждались на научных семинарах, докладывались на российских и международных конференциях, своевременно опубликованы в статьях в научных изданиях, входящих в список, рекомендованный ВАК РФ. Результаты диссертации могут быть использованы в Институте физики твердого тела РАН, Институте физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Институте физики микроструктур РАН, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, МГУ, СПбГУ и других организациях, занимающихся исследованиями в области физики полупроводников и наноструктур.

Диссертационная работа оформлена аккуратно, материал представлен понятно и логически последовательно. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертационной работы. Представленная диссертация соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Её автор Котова Любовь Викторовна несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 - «Физика полупроводников».

Доклад Котовой Л.В. по материалам диссертации был представлен на научном семинаре Центра фотоники и квантовых материалов 16 мая 2019 года. Отзыв составлен по итогам обсуждения доклада на этом семинаре и изучения текстов диссертации и автореферата.

Официальный оппонент

Профессор, д.ф.-м.н.

«16» мая 2019 года

Гиппиус Николай Алексеевич

Место работы оппонента:

Сколковский институт науки и технологий

ул. Нобеля, д. 3, Москва, 143026, Россия

Телефон: +7 (910) 405 3378

E-mail: N.Gippius@skoltech.ru

Подпись Гиппиуса Н.А. заве