

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Михаила Васильевича Дурнева «Спиновые расщепления валентной зоны в полупроводниковых квантовых ямах и квантовых точках», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Темой диссертационной работы М. В. Дурнева является теоретическое исследование спинового расщепления энергетического спектра дырочных состояний в полупроводниковых наноструктурах. Со спиновым расщеплением связано большое число спин-зависимых явлений, наблюдаемых в экспериментах по фотолюминесценции, магнитооптике и спиновому транспорту. В силу сложной структуры энергетического спектра валентной зоны спиновое расщепление спектра дырочных состояний, в отличие от электронных, еще недостаточно изучено и представляет собой актуальную научную проблему, имеющую также и практическую значимость.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ДОСТОВЕРНОСТЬ

В диссертационной работе М. В. Дурнева получены следующие новые важные результаты:

1. Впервые в рамках 14-зонной модели проведены расчеты спинового расщепления спектра размерного квантования дырок в симметричных квантовых ямах конечной глубины в полупроводниковых материалах без центра инверсии с учетом интерфейсного смешивания дырочных состояний. Проведенные расчеты позволили провести сравнительный анализ различных механизмов спинового расщепления, в частности продемонстрировать существенную роль смешивания состояний тяжелой и легкой дырок на интерфейсах.
2. Предложена резонансная модель усиления зеемановского расщепления дырочного спектра размерного квантования в магнитном поле, объясняющая экспериментально наблюдаемые большие значения g -фактора легкой дырки. Развита теория, учитывающая интерфейсное смешивание дырок и

экситонные эффекты, позволяет получить количественное согласие с экспериментальными данными.

3. Предложена модель формирования тонкой структуры энергетических спектров экситонных комплексов в квантовых точках с учетом магнитоиндуцированного смешивания состояний тяжелой дырки. Рассмотренный механизм смешивания дырочных состояний позволяет объяснить наблюдаемое расщепление в магнитном поле спектра фотolumинесценции экситонных комплексов в квантовых точках с тригональной симметрией C_{3v} .

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов определяется применением хорошо проверенных теоретических моделей и методов, проведенным сравнением с результатами, полученными другими методами, а также с результатами в более простых моделях. Безусловным достоинством работы является достаточно полный учет различных факторов формирования спектров размерного квантования реальных полупроводников, таких как особенности квантования состояний валентной зоны и экситонные эффекты. Это позволило автору провести детальное сравнение результатов работы с экспериментальными данными и добиться хорошего с ними согласия.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ.

Практическая значимость диссертационной работы М. В. Дурнева определяется разработанным в ней методом расчета спектра размерного квантования в рамках 14-зонной модели, с учетом перемешивания состояний валентной зоны на интерфейсах. Разработанный в работе метод является универсальным и может быть применен к решению широкого круга задач физики полупроводниковых 2D структур, для которых недостаточно использование более простых моделей.

Описанные в работе механизмы магнитоиндуцированного смешивания дырочных состояний важны для понимания формирования тонкой структуры спектров низкоразмерных полупроводниковых структур в магнитном поле. Практическая значимость этой части работы связана широкими возможностями магнитооптических и магниторезонансных методов исследования низкоразмерных полупроводниковых систем.

Сопоставление полученных в работе результатов с экспериментальными данными дает возможность уточнить параметры моделей зонной структуры, феноменологические

константы смешивания, используемые в методе эффективной массы для решения широкого круга задач физики низкоразмерных полупроводниковых наноструктур.

Также развитые в работе методы описания спинового расщепления имеют практическую значимость в связи с перспективой использования спин-зависимых явлений в структурах пониженной размерности в устройствах спинтроники.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ

При чтении работы у меня появились следующие замечания:

1. Изменение на гетерограницах значений кейновских матричных элементов используемой в работе многозонной модели приводит к неоднозначности граничных условий. Было бы желательно проанализировать, могут ли подобные вариации граничных условий менять спиновое расщепление в рассмотренных гетероструктурах, и если да, то оценить величину этих изменений.
2. Из текста диссертации остается неясным сохраняют ли экситонные эффекты и эффекты интерфейсного смешивания резонансную зависимость g -фактора легкой дырки от расстояния между уровнями размерного квантования тяжелой и легкой дырки. Было бы интересно проанализировать возможность экспериментального наблюдения резонансного поведения g -фактора при изменении спектра размерного квантования образца путем приложения внешнего электрического поля или деформации.

Однако, высказанные замечания не имеют решающего значения и не ставят под сомнение главные итоги работы автора.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационная работа М. В. Дурнева выполнена на высоком научном уровне и представляет весомый вклад в теорию спиновых расщеплений энергетического спектра носителей в полупроводниковых наноструктурах. Соискатель продемонстрировал хорошее владение современными теоретическими методами физики низкоразмерных полупроводниковых гетероструктур. Основные результаты диссертационной работы подтверждаются экспериментальными данными. Материал диссертации в целом изложен достаточно ясно, проиллюстрирован многочисленными рисунками. Результаты диссертации опубликованы в ведущих научных журналах, они неоднократно докладывались на различных международных и российских конференциях.

Автореферат диссертации достаточно полно и правильно отражает её содержание, сама диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников.

Официальный оппонент,

доцент кафедры экспериментальной физики

ФГБОУ Санкт-Петербургский Государственный

Политехнический Университет,

кандидат физ.-мат. наук

тел.: +7 812 5527790 , e-mail: lgerchikov@rambler.ru

Подпись *Л.Г. Герчиков*

работавшего в должности *доцента*

ФГБОУ ВПО "СПбГПУ" заверяю

Специалист по кадровой работе *И.И. Николаев*

02 ИЮН 2014



/Л.Г. Герчиков/