

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, профессора кафедры физики твёрдого тела Санкт-Петербургского государственного университета Вербина Сергея Юрьевича (адрес: 198504, Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Ульяновская, д.1, телефон: +7 (812) 428-45-46, e-mail: s.verbin@spbu.ru)

на диссертацию
Котовой Любови Викторовны
«ЭФФЕКТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИСПЕРСИИ В
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ»,
представленную в диссертационный совет № Д 002.205.02
при Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе РАН
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Диссертация Любови Викторовны Котовой посвящена детальному экспериментальному исследованию эффектов пространственной дисперсии, проявляющих себя в конверсии поляризации при отражении света от полупроводниковых структур с квантовыми ямами, как во внешнем магнитном поле, так и без него.

Актуальность и востребованность этих исследований не вызывает сомнений, поскольку речь идет об исследовании тех свойств наносистем, которые до сих пор не были изучены достаточно подробно. Результаты работ Л. В. Котовой, включенных в диссертацию, хорошо известны специалистам в области полупроводниковых гетероструктур.

Диссертация состоит из Введения, 4 глав и заключения. В списке литературы, помимо списка работ автора, вошедших в диссертацию (7 статей, включая 3 статьи в Phys. Rev. B и статьи в ФТТ, ФТП, phys.stat.sol.(b)) – 105 публикаций.

Актуальность вошедших в диссертацию исследований, их новизна и практическая значимость убедительно аргументированы во Введении. Сформулированы цели диссертационной работы и основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации работы, кратко описаны структура диссертации и содержание ее глав.

В первой главе диссертации дан обзор сведений об эффектах пространственной дисперсии. После общего введения, в котором с помощью разложения восприимчивости в ряд Тэйлора по магнитному полю и волновому вектору света проведена классификация оптических и магнитооптических явлений, таких, как,

двулучепреломление, оптическая активность, проявляющая себя в конверсии поляризации света, магнитогиротропные явления, рассмотрены влияние на них спин-орбитального взаимодействия и методика спектроскопии отражения.

В главах 2-4 диссертации Л. В. Котовой получен большой объем новых фундаментальных результатов, среди которых я хотел бы выделить следующие:

1. Экспериментальное обнаружение при измерении поляризации отражённого света естественной оптической активности полупроводниковых квантовых ям, которая проявляется в конверсии поляризации отражённого света, резонансно усиливающейся вблизи энергии лёгкого экситона.

2. Автором установлено, что эта естественная оптическая активность вызвана спин-орбитальным взаимодействием для легких дырок в квантовых ямах и предложен метод определения величин спиновых расщеплений Дрессельхауза лёгких дырок.

3. Автором убедительно продемонстрировано, что конверсия поляризации отражённого света существенно зависит от ориентации линейной поляризации падающего света, а также найдены условия эксперимента и подобраны параметры образцов, при которых благодаря интерференционному подавлению фонового отражения степень конверсии может достигать десятков процентов.

4. Весьма впечатляющие результаты получены диссертантом при исследовании экспериментально обнаруженной магнитоиндуцированной пространственной дисперсии. Она приводит к вызванной асимметрией квантовых ям конверсии поляризации в магнитном поле, которая резонансно усиливается вблизи энергии возбуждения тяжёлого экситона, что позволило установить достаточно высокую (до 20 %) степень структурной асимметрии исследованных квантовых ям GaAs/AlGaAs и CdZnTe/CdTe/CdMgTe и фактически оказалось новым спектроскопическим способом исследования такой структурной асимметрии.

5. Показано, что помимо конверсии поляризации асимметрия квантовых ям приводит к проявлению магнитоиндуцированной пространственной дисперсии в диагональных коэффициентах отражения. Величина такого вклада, линейного по магнитному полю, в области резонанса тяжёлого экситона определяется расщеплениями Дрессельхауза электронов и тяжёлых дырок.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, подтверждается полнотой спектроскопических методик исследования, тщательностью их применения и теоретического анализа полученных результатов.

Результаты диссертации Л.В. Котовой могут быть рекомендованы к использованию в организациях, проводящих исследования в области физики

полупроводников и физики конденсированных сред, например, МГУ, СПбГУ, ИФТТ РАН, ИФП СО РАН и других организациях.

Высокая **научная новизна и практическая значимость** этих результатов обусловлена тем, что в диссертации получен систематический ряд экспериментальных результатов, описывающих эффекты пространственной дисперсии в полупроводниковых гетероструктурах. Полученные результаты тщательно проанализированы в рамках разработанных адекватных теоретических моделей. Решенные в диссертации задачи открывают новые возможности использования спектроскопических данных по конверсии поляризации для получения информации о зонных параметрах и структурной асимметрии полупроводниковых гетероструктур.

Диссертация не лишена некоторых, впрочем, весьма незначительных, **недостатков**.

1. В первой главе диссертации следовало отметить влияние однородности образца на полученные результаты, т.к. обычно образцы, выращенные методом молекулярно-пучковой эпитаксией, в той или иной степени клинообразные, если только во время роста образец не вращали.
2. На рисунках 3.7 и 3.10 в 3 главе представлены спектральные зависимости циркулярной поляризации отраженного света, индуцированной магнитным полем. Знак измеренного сигнала в области резонанса тяжёлого и лёгкого экситонов одинаков для исследуемой квантовой ямы, выращенной на основе III-V соединений (рисунок 3.7), и противоположен для II-VI квантовой ямы (рисунок 3.10). Есть ли объяснение такого поведения?
3. Встречаются неудачные формулировки в тексте диссертации и автореферата, как, например, в главе 1 – «циркулярно-поляризованных волн, распространяющихся в противоположных направлениях», «билинейный как по волновому вектору света q , так и по магнитному полю», «спектры возбуждения фотолюминесценции циркулярной поляризации» и т.п.

Указанные недостатки ни в коей мере не уменьшают ценности диссертации, выполненной на очень высоком и современном научном уровне.

В целом диссертационная работа Л. В. Котовой «Эффекты пространственной дисперсии в полупроводниковых гетероструктурах» заслуживает самой высокой

оценки благодаря высокому научному уровню ее выполнения, новизне результатов, ясности изложения. Одним из важнейших достоинств работы является тесное сотрудничество автора с теоретиками – полученные экспериментальные результаты хорошо описываются адекватными теоретическими моделями.

Автореферат и опубликованные статьи правильно и достаточно полно отражают содержание диссертации.

Диссертация Л. В. Котовой является законченным исследованием, имеющим важное научное и прикладное значение для физики. Таким образом, диссертационная работа Л. В. Котовой «Эффекты пространственной дисперсии в полупроводниковых гетероструктурах» полностью отвечает критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» для ученой степени кандидата наук, утвержденного постановлением Правительства от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Любовь Викторовна Котова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Заведующий кафедрой физики твёрдого тела
профессор Санкт-Петербургского
государственного университета, д. ф.-м. н.

Подпись С. Ю. Вербина удостоверяю:

Л

1