

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Бляяна Юрия Юрьевича “ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛОЖНЫХ ЭКСИТОННЫХ КОМПЛЕКСОВ В КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ”

Рецензируемая диссертационная работа посвящена теоретическому изучению оптических свойств сложных экситонных комплектов, а также их влияние на характер линейного и нелинейного поглощения в сильно сплюснутой эллипсоидальной квантовой точке (ССЭКТ), когда многочастичное взаимодействие можно рассматривать двумерным.

Существующие в настоящее время технологии синтеза полупроводниковых наносистем, а также разработанная база фундаментальных исследований вместе привели к уникальному научного-техническому направлению: квантово-механической зонной инженерии полупроводниковых материалов. На лицо необычные классы полупроводниковых систем с заданными физическими свойствами, а в ближайшей перспективе - разработки приборов наноэлектроники, основанных на качественно новых нанометрических эффектах.

Особенно вызывает всевозрастающий интерес наноструктуры на базе полупроводниковых КТ, где подбором состава материалов КТ и окружающей среды, а также мезоскопических размеров и формы активной области, становится возможным в широких пределах менять положение как электронных, так и кулоновских уровней энергии квазичастиц – осуществлять в рамках “зонной инженерии” также “инженерию кулоновского взаимодействия”.

В этом русле на данный момент важной областью физики полупроводниковых наноструктур является физика экситонов, так как эти квазичастицы играют особую роль в оптических и транспортных свойствах. Тем самым, к классическим применениям экситонных состояний добавились также новые области применения: квантовая информатика и квантовая оптика, где актуально присутствие эффективных и надежных источников как одиночных фотонов, так и источников пар запутанных фотонов. Для решения этих и подобных задач экситоны, а также их сложные комплексы являются вполне востребованными квазичастицами.

В последние годы наряду с другими геометрическими формами, эллипсоидальные КТ стали реальностью и, вполне естественно, возникает также необходимость исследования вышеуказанных физических проблем в этих структурах, где из-за присутствия строгого размерного квантования, стабильность экситонных комплексов резко возрастает.

Из сказанного выше следует, что проблемы, рассмотренные в диссертационной работе Бляяна Юрия Юрьевича “Исследование оптических свойств сложных экситонных комплексов в квантовых точках” актуальны, продиктованы требованиями фундаментальных исследований и практических применений.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Текст изложен на 109 страницах и содержит 58 рисунков, 5 таблиц и 121 наименование литературы.

Во введении дан обзор научной литературы по тематике диссертационной работы. Представлена информация о современных исследованиях в области экситонной физики. Обоснована актуальность темы, сформулированы цели работы, представлены ее научная новизна, практическая ценность, и приведены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работы теоретически рассматриваются сложных экситонные состояния в ССЭКТ из *GaAs* с непроницаемыми стенками. В частности, в рамках вариационного метода изучены биэкситонные, положительное и отрицательное трионные, а также кватернионные состояния в ССЭКТ. Получены зависимости энергий и энергий связи для всех типов нейтральных и заряженных экситонных комплексов от малой геометрической полуоси ССЭКТ.

Вторая глава диссертации посвящена теоретическому изучению линейных и нелинейных оптических свойств сложных экситонных комплексов в ССЭКТ. В частности рассматриваются фотолуминесценция и поглощение экситонных комплексов. Определены энергии рекомбинации и силы осциллятора сложных экситонных комплексов как функции от малого геометрического параметра эллипсоидальной КТ, а также оценены времена жизни данных квазичастиц, локализованных в ССЭКТ. Изучены нелинейные оптические свойства биэкситона в ССЭКТ.

В третьей главе диссертационной работы посвящена исследованию биэкситонных состояний в ССЭКТ с непроницаемыми стенками при наличии внешнего магнитного поля. В частности, в рамках вариационного метода, рассматривается задача биэкситонных состояний в ССЭКТ при наличии внешнего магнитного поля. Изучены оптические эффекты магнитобиэкситонов в ССЭКТ. Рассматривается намагниченность биэкситона в ССЭКТ.

Из полученных в диссертации результатов хотелось бы выделить следующие:

1. Построение теории сложных экситонных комплексов в ССЭКТ.
2. Предложение численного метода минимизации энергии биэкситона с помощью трехпараметрической вариационной функции в ССЭКТ.
3. Определение поведения намагниченности биэкситона в зависимости от корреляции между величинами внешнего магнитного поля и малой полуоси ССЭКТ.

Диссертационная работа не лишена ряда недостатков и упущений.

1. Работа могла представиться в более реалистичном свете если при исследовании оптических характеристик учитывался роль ансамбля КТ с определенным модельным выбором распределения по осям ССЭКТ.

2. Изучение экситонных состояний проведено только на фоне однородной поляризации, окружающей ССЭКТ диэлектрической среды. Желательно было рассмотреть также случай наличия неоднородной поляризации в окружающей среде.

3. При оценке времени жизни экситонных комплексов от малого геометрического параметра эллипсоидальной КТ могло быть интересным также совместное исследование влияния и от других механизмов релаксации, например, экситон-фононной.

4. В тексте имеются определенные технические недостатки при оформлении, например, сс.50, сс.11 (автореф.) и др. При изложении текста желательно было также параллельно указать соответствующую работу из списка опубликованных автором по теме диссертации.

Однако указанные недостатки не влияют на достоверность и практическую ценность полученных результатов, а также на общее заключение о должном научном уровне выполненной работы и ее важности для нанофизики нульмерных структур различных геометрических форм.

Безусловно работа Блеяна Юрия Юрьевича представляет законченное научное исследование, содержащее решения конкретно важных теоретических задач физики полупроводниковых наноструктур.

Материалы диссертации опубликованы в международных и национальных журналах, апробированы на конференциях и семинарах.

Автореферат и публикации полно отражают содержание диссертации.

Исходя из выше сказанного считаю, что диссертационная работа Блеяна Юрия Юрьевича “Исследование оптических свойств сложных экситонных комплексов в квантовых точках” удовлетворяет требованиям ВАК Армении предъявляемым к кандидатским диссертациям по шифру Ц.04.10 “Физика полупроводников”, а ее автор Блеян Юрий Юрьевич вполне заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специализации.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
профессор

К.Г. Агаронян

Подпись К.Г.Агароняна подтверждает
ученый-секретарь Российско-Армянского
университета



Р.С. Касабабова

15.04.2022