

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **СЕМИНОЙ Марины Александровны** «*Теория кулоновских комплексов в полупроводниках и наносистемах*», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика»

Диссертационная работа Семиной Марины Александровны посвящена теоретическому анализу кулоновских комплексов в низкоразмерных структурах, выполненному в результате развития и обобщения вариационного метода, а также применения квантовомеханических расчетов, производимых на основе численной диагонализации гамильтониана, описывающего кулоновский комплекс. К числу исследованных систем относятся нейтральные и заряженные экситоны и трионы. Роль структур пониженной размерности и элементов на их основе в современных нанотехнологиях существенна и постоянно возрастает. Создание систем малых размеров с заданными параметрами и электронными и оптическими свойствами требуют развития имеющихся и разработки новых универсальных методов расчета энергетического спектра с учетом сильного кулоновского взаимодействия. Поэтому предмет исследования актуален как с фундаментальной точки зрения, так и для практического применения для развития методов контроля и управления носителями заряда при создании приборов современной наноэлектроники, обладающих улучшенными скоростными, емкостными и энергосберегающими характеристиками по сравнению с существующими аналогами.

Диссертационная работа имеет теоретическую направленность. Однако, следует отметить, что в автореферате подробно обсуждаются вопросы применимости предложенных автором подходов для описания экспериментальных данных, проведено сравнение результатов теоретических расчетов с экспериментальными данными других авторов. Основными вопросами, рассмотренными в диссертационной работе, являются: разработка универсального метода построения пробных функций для расчета энергии связи основного состояния электрон-дырочных комплексов, локализованных на неоднородностях интерфейсов квантовых ям и квантовых проволок; развитие метода расчета энергий и g -факторов дырки в квантовых точках с параболическим и гауссовым гетеропотенциалом; выявление вклада корреляций в движении носителей заряда одного знака в энергию связи биэкситона в квантовых точках; исследование трионов в монослоях и бислоях дихалькогенидов переходных металлов; построение теории эффекта Парселла на экситонах в ван-дер-ваальсовых гетероструктурах с одним и двумя монослоями дихалькогенидов переходных металлов.

Особенно стоит отметить выполненное автором обобщение вариационного метода для построения волновых функций и определения энергии связи кулоновских комплексов, учитывающее сложную структуру зон. Значимым результатом также является разработка теории для описания экситонов в ван-дер-ваальсовых гетероструктурах с одним и двумя монослоями дихалькогенидов переходных металлов. Также следует признать важным результатом работы развитие теории тонкой структуры ридберговских экситонов в объемных кубических кристаллах.

В качестве замечаний по диссертационной работе можно отметить следующее:

1. На рисунке 5 автореферата приведены зависимости энергии связи биэкситона от радиуса квантовой точки для случае прямоугольного потенциала и потенциала гармонического осциллятора. Для случая потенциала гармонического осциллятора вклад, вычисленный отдельно для дырок значительно превосходят вклады, полученные от электронов и без учета поляризационных членов. В случае прямоугольного потенциала такой сильной разницы не наблюдается. Чем обусловлено данное различие в поведении вкладов от дырок для разных типов потенциала?

2. В диссертации исследованы трионы в гетероструктурах, содержащих один и два слоя дихалькогенидов переходных металлов. Представляется интересным обсудить вопрос о применении разработанной теории для большего числа монослоев и о числе монослоев, для которого исследуемая структура перестает быть двумерной и становится объемной. Позволяет ли разработанный в диссертационной работе теоретический подход проследить такой переход?

Представленные замечания, однако, не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Полученные в работе новые важные научные результаты имеют существенное значение для разработки перспективных приборов опто- и наноэлектроники на основе полупроводниковых материалов. В кругах специалистов М.А. Семина хорошо известна по своим публикациям в ведущих зарубежных и отечественных журналах (Physical Review Letters, Physical Review B, Nano Letters, Physica E, Письма в ЖЭТФ, ФТТ, ФТП и т.д.), а также по многочисленным докладам на отечественных и международных конференциях (в том числе приглашенным докладам) как высоко квалифицированный специалист в области теоретического исследования возбужденных экситонных состояний в полупроводниковых кристаллах и наносистемах с учетом наличия межчастичных корреляций, особенностей зонной и кристаллической структуры, а также при наличии внешних электрических и магнитных полей.

Исходя из материалов, изложенных в автореферате, диссертационная работа Семиной Марины Александровны «Теория кулоновских комплексов в полупроводниках и наносистемах» является законченным исследованием, выполнена на высоком научном уровне, по своей актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

доктор физико-математических наук,
доцент лаборатории полупроводниковой оптоэлектроники кафедры физики полупроводников и криоэлектроники физического факультета ФГБОУ ВО МГУ имени М.В. Ломоносова

Манцевич Владимир Николаевич

почтовый адрес: 119991 г. Москва, Ленинские горы, д. 1, корп. 2,
Тел.: 8 (495) 939-50-72
эл. почта: vmantsev@gmail.com

Подпись В.Н. Манцевича удостоверяю

Декан физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
профессор,
доктор физико-математических наук

Н.Н. Сысоев