

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Хачатряна Хачика Суменовича
“ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНИЧЕСКИХ
КВАНТОВЫХ ТОЧЕК”

Рецензируемая диссертационная работа посвящена теоретическому изучению электронных и оптических свойств квантовых нульмерных наноструктур со сложной геометрией, а именно речь идет об исследовании одно- и двухэлектронных состояний квантовых точек конической формы (ККТ) при наличии внешнего электрического поля.

На данный момент реально существующие технологии синтеза полупроводниковых наносистем, а также накопленный фундаментальный потенциал исследований обеспечили существование уникального научного-технического направления, а именно: квантово-механической зонной инженерии.

Этим обусловлено как уже наличие уникальных классов физических гетерогенных систем с наперед заданными управляемыми физическими характеристиками, так и разработки на их основе приборов наноэлектроники, основанных на качественно новых нанометрических явлениях.

Среди таковых вызывает всевозрастающий интерес наноструктуры на базе полупроводниковых КТ. Здесь подбором вида и состава материалов КТ и окружающей среды, а также мезоскопических размеров и формы активной области, становится возможным в широких пределах менять положение как одно- и двухэлектронных, так и кулоновских уровней энергии квазичастиц – осуществлять наряду с уже ставшей привычной "зонной инженерией" также "инженерию кулоновского взаимодействия".

Для выявления особенностей зонного строения нульмерных структур различных геометрических форм в настоящее время широко используются оптические методы, которые в большинстве случаев можно осуществить за счет исследования оптического поглощения и фотолюминесценции на базе межзонных переходов.

Из сказанного выше следует, что проблемы рассмотренные в диссертационной работе Хачатряна Хачика Суменовича “Исследование электронных и оптических свойств конических квантовых точек” актуальны, продиктованы требованиями фундаментальных исследований и практических применений.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы. Текст изложен на 101 страницах и содержит 48 рисунков, 4 таблиц и 111 наименований литературы.

Во введении дан обзор научной литературы по тематике диссертационной работы. Представлена информация об основных квантомеханических методах описания наноструктур. Обоснована актуальность темы, сформулированы цели работы, предствлены ее научная новизна, практическая ценность, и приведены основные научные положения выносимые на защиту.

В первой главе работы в рамках адиабатического приближения теоретически рассматриваются электронные состояния и оптические свойства в сильно вытянутых ККТ. Исследованы внутризонное поглощение в сильно вытянутых ККТ. Также рассматриваются ансамбли данных КТ.

Вторая глава диссертации посвящена теоретическому изучению электронных и оптических свойств сильно сплюснутых ККТ в электрическом поле. В рамках теории возмущений вычислены поправки первого и второго порядка к волновым функциям и энергетическому спектру сильно сплюснутой ККТ.

В третьей главе в рамках теории возмущений теоретически исследованы двухэлектронные состояния в квазиконической КТ при наличии и в отсутствие примеси. По аналогии с теорией атома гелия исследуется “квазиконический атом гелия”, рассматривается различие между кулоновским и

обменным взаимодействиями. Рассчитывается время обмена состояниями в том числе и в присутствии примесного центра.

Из полученных в диссертации результатов хотелось бы выделить следующие:

1. Построение теории как межзонного, так и внутризонного электропоглощения в ККТ.
2. Исследование двухэлектронных состояний с учетом спина электронов, что весьма важно с точки зрения применения таких систем со сложной геометрией как в оптоэлектронике, так и в быстро развивающейся спинтронике.
3. Выявление насыщающего характера зависимости времени обмена состояниями двух электронов с ростом боковой грани квазиконической КТ в случае наличия дивалентной примеси, что связано с фактором локализации электронов в радиальном направлении вокруг примеси.

Диссертационная работа не лишена ряда недостатков и упущений.

1. В соответствии с модельным выбором распределения радиуса основания параметра ККТ вокруг среднего значения, в работе конкретно выбрана функция распределения Гаусса. При анализе численных оценок может представлять определенный интерес работать также с другим функциональным распределением радиуса, например, Лифшица-Слезова. Сравнение результатов этих случаев могло представить работу в более реалистичном свете.
2. Изучение электронных, а также примесных состояний проведено только на фоне однородной поляризации окружающей ККТ диэлектрической среды. Желательно было рассмотреть также случаи наличия неоднородной поляризации в окружающей среде.
3. В тексте имеются определенные технические недостатки при оформлении, например, сс.14, 77, 89 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 нанوفизики нульмерных структур различных геометрических форм.

Безусловно работа Хачатряна Хачика Суреновича 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 Хачатряна Хачика Суреновича "Исследование электронных и оптических свойств конических квантовых точек" удовлетворяет требованиям ВАК Армении предъявляемым к кандидатским диссертациям по шифру U.04.10 "Физика полупроводников", а ее автор Хачатрян Хачик Суренович 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 подтверждаю,
ученый-секретарь Национального политехнического
университета Армении, к.т.н., доцент



12.01.2022