

О Т З Ы В

д. ф.-м. н., профессора кафедры теоретической физики физического факультета
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
(ННГУ им. Н.И. Лобачевского)

БУРДОВА Владимира Анатольевича
(burdov@phys.unn.ru, тел. +7 831 462 33 04, 603950 Нижний Новгород,
проспект Гагарина, д. 23, к. 3, ННГУ, физический факультет)

и

к. ф.-м. н., ассистента кафедры теоретической физики физического факультета
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
(ННГУ им. Н.И. Лобачевского)

КОНАКОВА Антона Алексеевича
(konakov_anton@mail.ru, тел. +7 831 462 33 04, 603950 Нижний Новгород,
проспект Гагарина, д. 23, к. 3, ННГУ, физический факультет)

на автореферат диссертации ПОШАКИНСКОГО Александра Валерьевича
**«Электронная спиновая динамика и корреляционные эффекты
в полупроводниковых наносистемах»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников

Диссертационная работа А.В. Пошакинского носит теоретический характер и включает в себя пять оригинальных глав, каждая из которых содержит решение актуальной и практически значимой задачи физики полупроводников и полупроводниковых наносистем. В частности, в первой главе изучена электронная спиновая динамика в квантовых ямах на основе соединений со структурой сфалерита, выращенных в кристаллографическом направлении (001) и характеризующихся анизотропным тензором проводимости, а также в квантовых ямах (110). Последние исследования представляются наиболее интересными, ведь, как хорошо известно, спин-орбитальное поле в таких двумерных системах является однонаправленным, что приводит к рекордно низким для квантовых ям на основе соединений A_3B_5 скоростям спиновой релаксации.

Во второй главе построена последовательная теория спиновых шумов в двумерном электронном газе со спин-орбитальным взаимодействием. Насколько можно судить по автореферату, автором по сравнению с предшественниками было принято во внимание броуновское движение электронов, что позволило установить взаимосвязь временных и пространственных корреляций флуктуаций спиновой плотности. Наиболее интересным, на наш взгляд, результатом этой главы является то, что в структурно асимметричных квантовых ямах (001) в режиме устойчивого спинового хеликса (persistent spin helix) флуктуации спиновой плотности резко усиливаются.

В третьей главе исследуется явление, аналогичное релятивистскому электронному «дрожанию» (нем. *Zitterbewegung*), предсказанному Э. Шредингером еще на заре квантовой механики и до сих пор являющемуся предметом активных исследований. Показано, что при оптической спиновой ориентации в двумерном электронном газе с линейным по волновому вектору спин-орбитальным взаимодействием возникает электрический ток с плотностью, пропорциональной константе спин-орбитального взаимодействия и частоте ларморовской прецессии, обусловленной приложением постоянного магнитного поля в плоскости двумерного газа. Причина заключается в эффективной двухзонности спектра, порожденной спин-орбитальным взаимодействием, и связанным с ней электронным «дрожанием», происходящим когерентно в газе спин-поляризованных электронов.

В четвертой главе изучается тонкая структура состояний кремниевых вакансий в 4H политеипе карбида кремния, помещенном во внешнее однородное магнитное поле. Эти объекты являются перспективными кандидатами на роль кубитов в квантовых компьютерах. Показано, что при определенных величинах магнитного поля, ориентированного вдоль оси шестого порядка, спиновые подуровни пересекаются, а приложение небольшого магнитного поля перпендикулярно оси кристалла приводит к возникновению антикроссинга уровней. Величина расщепления в точке антикроссинга линейно зависит от поперечной компоненты магнитного поля.

Наконец, пятая глава диссертации посвящена квантовому нелинейному транспорту фотонов через ансамбли квантовых точек, помещенных в микрорезонаторы. Автором рассчитана матрица рассеяния, описывающая прохождение двух фотонов через микрорезонатор с квантовыми точками с учетом биэкситонного резонанса. Наличие биэкситонного состояния позволяет одной квантовой точке одновременно поглотить или испустить два фотона с противоположными круговыми поляризациями. Однако автором показано, что при определенных условиях биэкситонный резонанс может приводить и к усилению режима фотонной блокады, что также является, на наш взгляд, очень интересным как с фундаментальной, так и с практической точки зрения результатом.

Результаты исследований, составивших основу диссертационной работы, были широко представлены в ведущих отечественных (Письма в ЖЭТФ) и зарубежных (Physical Review A, B, X, New Journal of Physics) научных журналах и прошли апробацию на российских и международных конференциях и совещаниях. Их достоверность не вызывает сомнений. Общее количество публикаций по теме диссертации в рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК РФ, – 8.

Особо хочется отметить ширину научных интересов автора диссертационного исследования, которая простирается от кинетических спиновых явлений в двумерном электронном газе до фотонного транспорта в микрорезонаторах с ансамблем квантовых точек (от спинтроники до нанофотоники). Несмотря на теоретический характер работы безусловным огромным плюсом исследования является сопоставление результатов с экспериментальными данными, которое, в частности, отражено в ряде совместных публикаций с известными зарубежными группами.

Насколько можно судить по автореферату, диссертация А.В. Пошакинского **«Электронная спиновая динамика и корреляционные эффекты в полупроводниковых наносистемах»** представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Пошакинский Александр Валерьевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **01.04.10 – Физика полупроводников**.

Профессор кафедры теоретической физики
физического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского,
доктор физико-математических наук

В.А. Бурдов

Ассистент кафедры теоретической физики
физического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского,
кандидат физико-математических наук

А.А. Конаков

Подписи В.А. Бурдова и А.А. Конакова заверяю

Ученый секретарь ННГУ им. Н.И. Лобачевского,
кандидат социологических наук

Л.Ю. Черноморская