

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **НЕСТОКЛОНА** **Михаила Олеговича** «*Эффекты атомарной структуры интерфейсов в полупроводниковых наносистемах*», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников»

Диссертационная работа Нестоклона Михаила Олеговича посвящена теоретическому анализу эффектов атомарной структуры интерфейсов в полупроводниковых наноструктурах, выполненному в результате развития и обобщения метода сильной связи. Роль полупроводниковых структур пониженной размерности и элементов на их основе в современных нанотехнологиях существенна и постоянно возрастает. 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 полупроводниковой наноэлектроники, обладающих лучшими скоростными, емкостными и энергосберегающими характеристиками по сравнению с существующими аналогами.

Диссертационная работа имеет теоретическую направленность. Вместе с тем 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 подхода в методе сильной связи, позволяющего учесть влияние микроскопических деформаций на зонную структуру; расчет долиного и спинового расщеплений электронных подзон в низкоразмерных полупроводниковых наноструктурах; определение зонной структуры пирамидальных квантовых точек и выявление механизмов, ответственных за возникновение особенностей в спектрах фотолюминесценции; анализ снятия вырождения состояний нейтральных акцепторов под действием упругих напряжений и исследование тонкой структуры магнитной примеси; изучение особенностей модификации локальной плотности поверхностных состояний полупроводниковой матрицы в окрестности примесных состояний.

Особенно стоит отметить предложенный автором оригинальный подход, представленный во второй главе диссертационной работы, для учета упругих деформаций в методе сильной связи, позволивший проанализировать на атомарном уровне влияние упругих деформаций кристаллической решетки на зонную структуру полупроводниковых структур пониженной размерности. Также значимым представляется результат, полученный в третьей главе диссертационной работы: показано, что спиновое расщепление электронных состояний в квантовых ямах на основе полупроводниковых соединений АІІВV может быть сопоставимо со вкладом Дрессельхауза, что приводит к значительной модификации энергетического спектра носителей заряда. Автор диссертационной работы было также продемонстрировано, что в структурах пониженной размерности на основе многодолинных материалов междолинное смешивание на интерфейсах обуславливает тонкую структуру электронных состояний.

В качестве замечаний по диссертационной работе можно отметить следующее:

1. Учет роли поверхности в методе сильной связи выполнен в предположении, что вакуум является кристаллом с решеткой цинковой обманки и параметрами, соответствующими дисперсии свободного электрона. Из текста автореферата не ясно насколько данное приближение является существенным, а полученные результаты устойчивыми к выбору модели для описания состояний вакуума.

2. В диссертации рассмотрен вопрос о вкладе примесных центров марганца в арсениде галлия в локальную плотность состояний, которая может быть измерена методом

сканирующей туннельной микроскопии. В автореферате приведены Рис.7 и Рис.9, на которых показан вклад в локальную плотность состояний от примесных центров, расположенных в полупроводниковой матрице на различной глубине от поверхности. Аналогичные исследования были выполнены авторами работы, опубликованной в Physical Review Letters, 99, 157202, (2007). Представляется целесообразным провести сравнение полученных результатов и обсудить различия в теоретических подходах, использованных автором диссертационной работы и авторами указанной статьи.

3. В тексте автореферата отсутствует ссылка на Рис.9, приведенный на странице 23.

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.О. Нестоклон хорошо известен по своим публикациям в ведущих зарубежных и отечественных журналах (Physical Review B, Journal of Physics: Condensed Matter, Applied Physics Letters, ЖЭТФ и т.д.), а также по многочисленным докладам на отечественных и международных конференциях (в том числе семь приглашенных докладов) как высоко квалифицированный специалист в области исследования спиновой и электронной структуры полупроводниковых наносистем.

Исходя из материалов, изложенных в автореферате, диссертационная работа Нестоклона Михаила Олеговича «Эффекты атомарной структуры интерфейсов в полупроводниковых наносистемах» является законченным исследованием, выполнена на высоком научном уровне, по своей актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям II раздела Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 335), а ее автор, безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников».

доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории полупроводниковой оптоэлектроники кафедры полупроводников 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