

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Цуканова Александра Викторовича

«Полупроводниковые квантовые точки с оптическим и электрическим управлением в квантовых вычислениях»,

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Диссертационная работа Цуканова А.В. посвящена исследованию различных структурных схем реализации функциональных блоков (квантовых регистров) для квантовых систем вычислений, транспортировки и хранения информации, а также возможности построения полномасштабных твердотельных квантовых компьютеров и сетей на основе полупроводниковых гетероструктур с квантовыми точками (в различных вариантах их исполнения) с лазерным и электростатическим управлением.

Тема диссертации представляется чрезвычайно актуальной в свете приближения современной микроэлектронной технологии к порогу миниатюризации и, как следствие, ее эффективности на фоне стремительно растущих потребностей в высокопроизводительных системах обработки, хранения и безопасной передачи больших объемов данных. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость перехода к принципиально новым архитектурам вычислительных и телекоммуникационных платформ, прежде всего, гибридным – основанным на интеграции дальнейших вариантов развития традиционной и перспективной электронной компонентной базы с принципами квантовой электроники и фотоники. Особо стоит отметить актуальность разработки твердотельных схем реализации таких платформ, сопряженных с текущими и/или прогнозируемыми возможностями производственных процессов и исследовательских инструментов в рамках планарной технологии.

Автором диссертационной работы проведены объемные теоретические исследования, направленные на изучение влияния различных структурных схем реализации квантового регистра на динамику электронного транспорта и реализацию квантовых операций с учетом специфики электрон-фононного взаимодействия и электромагнитного воздействия для различных вариантов исполнения кубитов. Проведены исследования квантовой динамики запутанных состояний в разных режимах функционирования разрабатываемых блоков с сопутствующим анализом диссипативных эффектов и точности выполнения разнотипных квантовых операций. Предложен вариант твердотельного полномасштабного квантового

компьютера, а также концепция и способ реализации квантовой памяти на основе полупроводниковых наноструктур. С использованием доработанных аналитических и оригинальных численных моделей было проведено изучение влияния геометрических и структурных особенностей и неоднородностей полупроводниковых наногетероструктур на когерентную и диссипативную динамику электронного транспорта и выполнение, собственно, квантовых операций в системах на основе различных типов кубитов, что, в свою очередь, позволяет выработать требования к конструкциям и технологии изготовления соответствующих структур.

По результатам рассмотрения представленного автореферата и диссертации можно отметить несколько замечаний.

1. При рассмотрении процессов электронного транспорта в квантоворазмерных системах квантовые точки представлены в виде параллелепипедов (кубов), что может ограничивать применение разработанных моделей лишь системами вертикально связанных квантовых точек на основе многослойных гетероструктур с квантовыми ямами, формируемых посредством постростовой модификации эпитаксиальных структур, поскольку, в подавляющем большинстве случаев, наблюдаемая на практике геометрия самоорганизующихся квантовых точек (в т.ч. гибридных) далека от используемых в работе приближений (гл.3, 6).

2. Используется одномерное моделирование, что, вероятно, допустимо для принятых допущений относительно геометрии рассматриваемых объектов и характерно при рассмотрении двумерных систем (квантовых ям), но может быть неприемлемо при рассмотрении приближенных к реальности объектов, требующих применения 3D-моделирования. Обоснования применимости принятых допущений при переходе от 3D к 1D-моделированию не представлены.

3. Не рассматривается вклад анизотропии структуры и, соответственно, свойств составляющих кубит объектов, что также может оказывать влияние на транспортные и диссипативные процессы, особенно для случаев планарных схем реализации квантового регистра (гл. 5, 6), в т.ч. кольцевых квантовоточечных структур (гл.5).

В то же время, необходимо отметить, что указанные замечания не снижают научной ценности и значимости диссертационной работы.

В целом, диссертация Цуканова А.В. является завершенным научным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Результаты работы имеют хорошую апробацию: по материалам исследования опубликовано 37 публикаций в реферируемых изданиях, результаты исследований неоднократно докладывались на ведущих международных профильных научных мероприятиях.

Представленная диссертационная работа по актуальности, новизне, научной и практической значимости соответствует требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Цуканов А.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Агеев Олег Алексеевич

член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор,
почтовый адрес: 347922, Ростовская область,
г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. "Е".
телефон: 8(8634)37-16-11
e-mail: ageev@sfedu.ru
ФГАОУ ВО «Южный федеральный
университет», профессор кафедры
нанотехнологий и микросистемной техники

30.11.2017

(дата)


(подпись)

Солодовник Максим Сергеевич

кандидат технических наук,
почтовый адрес: 347922, Ростовская область,
г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. "Е".
телефон: 8(8634)37-16-11
e-mail: solodovnikms@sfedu.ru
ФГАОУ ВО «Южный федеральный
университет», доцент кафедры
нанотехнологий и микросистемной техники

30.11.2017

(дата)

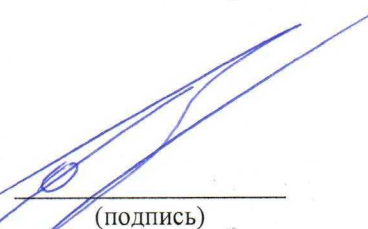

(подпись)

Подписи Агеева О.А и Солодовника М.С.
удостоверяю

Федотов Александр Александрович,
кандидат технических наук, доцент,
директор Института нанотехнологий,
электроники и приборостроения
ФГАОУ ВО «Южный федеральный
университет»



(дата)


(подпись)