Отзыв

Доктора физико-математических наук, Анкудинова Александра Витальевича

на автореферат диссертации Демидова Евгения Владимировича

«Электронные явления переноса в условиях квантового и классического размерных эффектов в тонких пленках висмута», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Работа Евгения Владимировича Демидова выполнена в известном в научных кругах коллективе, представляющем авторитетную научную школу в области физики полуметаллов, и посвящена **актуальному** вопросу интерпретации экспериментальных результатов по исследованию кинетических свойств тонких пленок полуметалла висмута. Высокий уровень научной значимости темы работы определяется рядом следующих факторов. До настоящего времени нет единой количественной интерпретации экспериментальных результатов размерных осцилляций кинетических коэффициентов низкоразмерных структур полуметаллов, обусловленных квантованием энергетического носителей заряда. При этом последние достижения физики конденсированного состояния показывают перспективы расширения практического применения данного класса эффектов и материалов. Эти перспективы обусловлены увеличивающимся в настоящее время применением в наноэлектронике электронных когерентных эффектов, перспективами использования висмутена, представляющего собой двумерный кристалл висмута (аналог графена), продолжающимися исследованиями и перспективами практического применения топологических полуметаллов типа полуметаллов Вейля и Дирака в виде тонкопленочных материалов на основе висмута.

Следует упомянуть об интересной структуре исследуемых в работе пленок висмута. Большинство исследованных тонких пленок висмута не были монокристаллическими (хотя такие тоже представлены в данной работе), но они имели достаточно необычную структуру: плоскость (111) всех кристаллитов параллельна плоскости подложки и пленка в своей структуре имела кристаллиты лишь двух кристаллографических ориентаций с согласованной ориентацией кристаллографических осей в соседних кристаллитах (оси C_1 и C_2 в плоскости (111) повернуты на 60° в соседних кристаллитах), размеры кристаллитов более чем на порядок превышали толщину пленки.

В работе установлены ряд важных для физики низкоразмерных структур полуметаллов закономерностей. В частности, наблюдаемые в работе осцилляции коэффициентов переноса в зависимости от толщины пленок висмута при толщинах

десятки нанометров обоснованно отнесены автором к проявлению квантования энергетического спектра электронов. Размерные осцилляции в более толстых пленках затухают, что делает основным проявление закономерностей классического размерного эффекта, заключающегося в ограничении подвижностей электронов и дырок вследствие их взаимодействия с поверхностью пленок и границами блоков, при этом классический размерный эффект в соответствии с законом Фукса-Зондхаймера проявляется во всем исследованном интервале толщин пленок. При этом описаны различия этого эффекта для электронов и дырок. Установлен рост концентрации для тонких пленок висмута вследствие влияния поверхности и границ кристаллитов, влияющий на период размерных осцилляций коэффициентов переноса и на переход полуметалл-полупроводник, обусловленный квантовым размерным эффектом.

Безусловным достижением диссертационной работы является установленные причины различных результатов экспериментов предыдущих работ по исследованию квантового размерного эффекта и представленное в диссертации согласованное количественное описание особенностей экспериментального проявления квантового размерного эффекта в тонких пленках висмута, как наблюдаемых ранее другими авторами, так и полученных в настоящей работе.

Научная новизна и практическая значимость выполненных исследований и полученных результатов подтверждается большим перечнем публикаций, удовлетворяющих требованиям ВАК (33 статьи) и полученными на основе проведенных исследований четырьмя патентами, также издана одна монография по тематике исследования. Работа представлена на достаточном количестве международных и всероссийских научных конференциях.

В качестве замечания стоит отметить, что в работе не раскрываются причины наблюдения квантовых размерных осцилляций только для электронов и отсутствия их проявления для дырок. Указанное замечание не снижает общую положительную оценку работы.

Судя по автореферату, диссертация Демидова Евгения Владимировича «Электронные явления переноса в условиях квантового и классического размерных эффектов в тонких пленках висмута», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) соответствует критериям пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор Демидов Евгений Владимирович заслуживает присуждение искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8.

Физика конденсированного состояния (физико-математические науки).

Рецензент дает согласие на обработку персональных данных, связанную с защитой диссертации Демидова Е. В и включение их в аттестационное дело.

Доктор физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики (современный шифр специальности: 1.3.2).
Анкудинов Александр Витальевич,
Ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химических свойств полупроводников,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.

Подпись *Анкудинов Александр Витальевич*

Дата: 09.09.2026

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.
Почтовый адрес: 194021, город Санкт-Петербург, улица Политехническая, дом 26.
Телефон: +7931-362-4317
Адрес электронной почты: Alexander.ankudinov@mail.ioffe.ru