

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Михалюка Алексея Николаевича  
«Атомная и электронная структура низкоразмерных систем на полупроводниковых  
поверхностях»,  
представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук  
по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния

Диссертационная работа посвящена исследованию структурных и электронных свойств низкоразмерных материалов, что само по себе является актуальной и высоко востребованной задачей ввиду постоянно растущего запроса на миниатюризацию электроники, где размер элементов стремится к размеру атома или молекулы. Создание низкоразмерных материалов, начиная с графена, и исследование возникающих в них явлений, таких как двумерный квантовый спиновый эффект Холла, двумерная сверхпроводимость, двумерный магнетизм, спин-орбитальный эффект, и других важных свойств твёрдых тел, коренным образом расширило базовые представления физики конденсированного состояния и открыло новую, перспективную область, к которой устремилось внимание всего мира. При этом, несмотря на значительные исследования в этой области, до сих пор остаётся множество важных фундаментальных вопросов, требующих комплексных и глубоких исследований. Например, довольно актуальным вопросом является задача получения гигантского эффекта Рашбы, обусловленного спин-орбитальным взаимодействием и нарушением инверсионной симметрии, и проявляющегося в снятии вырождения по спину энергетических зон электронного спектра. Устройства спинтроники, выделяющие значительно меньше тепла, чем электронные устройства, требуют разработки способов генерации, управления и детектирования спиновых токов, при этом функционально они основаны на эффекте Рашбы. Понимание характера гибридизации взаимодействующих орбиталей, особенностей механизма блокировки спина-импульса электронов, величины кристаллического поля и того как это взаимосвязано с симметрией структуры представляется довольно перспективным направлением исследований, что, собственно, и осуществляет в своей диссертационной работе Михалюк А.Н. при помощи современных квантово-химических методов моделирования. Автор ставит цель сформировать комплексную картину физико-химических свойств различных низкоразмерных материалов (полупроводников, металлов, сверхпроводников, магнетиков), а также установить качественную и количественную связь между составом, структурным упорядочением и их электронными свойствами. Спектр исследованных систем довольно широкий, это наночастицы и нанополоски, однослойные и многослойные плёнки различных металлов, молекулярные системы. Наряду с этим автор исследует эффективные способы управления электронными свойствами низкоразмерных структур посредством допинга, интеркаляции, создания буферных и покрывающих слоёв, за счёт сжатия-растяжения кристаллической решётки, и других методов для расширения функциональных возможностей материалов.

Большая часть научных результатов получена впервые и опубликована в ведущих профильных международных журналах. Во многих публикациях автор занимает лидирующее место в списке авторов, что свидетельствует о его значительном личном вкладе в приведенные в диссертации исследования. Практически все результаты моделирования демонстрируют хорошее качественное согласие с экспериментальными данными. К наиболее важным, на мой взгляд,

следует отнести установление атомных моделей, описывающих важные детали адсорбции и строение ряда ультратонких плёнок на основе тяжёлых металлов, предсказание нетривиального топологического состояния в двумерном изоляторе, обнаружение невихревой спиновой структуры в электронной дисперсии тяжёлых фермионных систем и установление условий её возникновения, установление гигантского эффекта Рашбы. В качестве **непринципиального замечания** отмечу проблемы с обозначениями, например, на стр. 19 Ва назван  $\Delta$ -элементом, а на стр. 19 автор ссылается на рис. 7б вместо 7д.

Михалюк А.Н. многократно принимал участие во всероссийских и международных конференциях и его работы широко известны среди исследователей данной научной области. На основании представленного автореферата и опубликованных статей можно заключить, что диссертационная работа «Атомная и электронная структура низкоразмерных систем на полупроводниковых поверхностях» по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, а её автор, Михалюк Алексей Николаевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

доктор физико-математических наук (01.04.07 - Физика конденсированного состояния),

профессор кафедры “электроника твёрдого тела” физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9;

сайт организации: <https://spbu.ru/> , <https://spin.lab.spbu.ru>

тел.: +7 (812) 363-60-00 доб. 9244

e-mail: [spbu@spbu.ru](mailto:spbu@spbu.ru) , [dmitry.usachov@spbu.ru](mailto:dmitry.usachov@spbu.ru)

28 мая 2024 г.



Усачёв Дмитрий Юрьевич

Личную подпись  
*Д.Ю. Усачёв*  
заверяю  
И.О. начальника отдела кадров №3  
И.И. Константинова

*Копия*  
28.05.2024



Текст документа размещен  
в открытом доступе  
на сайте СПбГУ по адресу  
<http://spbu.ru/science/expert.html>