

Отзыв научного руководителя
на диссертацию Рябищенковой Анастасии Геннадьевны
«Адсорбция, диффузия и интеркаляция немагнитных атомов
на поверхностях тетрадимитоподобных топологических изоляторов»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Научная область, связанная с исследованием топологически нетривиальных материалов, является одной из наиболее активно развивающихся областей физики твердого тела в настоящее время. Согласно общей теории, материалы с нетривиальной топологией зонной структуры, в частности, топологические изоляторы, должны демонстрировать чрезвычайную устойчивость спин-поляризованных электронных состояний их поверхности к внешним возмущениям. Это, безусловно, является привлекательным свойством, обуславливающим потенциал использования этих материалов в приборах спиновой электроники. Для подтверждения данного свойства на конкретных реальных примерах значительное внимание в настоящее время уделяется экспериментальному и теоретическому изучению отклика топологических поверхностных состояний на такие факторы, как, например, нанесение различных адсорбатов. Наиболее часто используемой в экспериментах методикой является фотоэмиссия с угловым разрешением. Тем не менее, несмотря на наличие в литературе значительного количества фотоэмиссионных исследований электронной структуры поверхности топологических изоляторов с нанесенным адсорбатом, освещению вопроса о локализации и распределении адсорбата до сих пор не было уделено должного внимания. Таким образом, понимание свойств поверхности топологических изоляторов с нанесенным адсорбатом на данный момент оказывается далеко не полным. Важно отметить, что знание положений адатомов на поверхности или вблизи нее, а также энергий и температур активации поверхностной диффузии, десорбции и интеркаляции крайне важно как для интерпретации различных спектроскопических данных, так и для корректного теоретического моделирования.

В связи с этим диссертационная работа А. Г. Рябищенковой, целью которой было систематическое теоретическое исследование адсорбции, диффузии и интеркаляции изолированных немагнитных атомов, осажденных на поверхность (0001) тетрадимитоподобных топологических изоляторов Bi_2Se_3 и Bi_2Te_3 , а также изучение влияния адсорбатов на поверхностную электронную структуру топологического изолятора, является актуальной и представляет значительный интерес.

Цель работы, методы исследования, полученные результаты и их анализ, научная и практическая ценность, а также выводы аккуратно изложены в диссертации и отражены в автореферате.

К основным результатам, представляющим научную новизну, следует отнести результаты систематического первопринципного исследования адсорбции, диффузии и интеркаляции изолированных атомов 1, 2 и 13 групп, нанесенных как на идеальную, так и на ступенчатую поверхность тетрадимитоподобных топологических изоляторов. Данная работа устраняет пробелы в знаниях как об энергиях адсорбции адатомов 1, 2 и 13 групп на поверхности (0001) тетрадимитоподобных топологических изоляторов, так и об энергиях и температурах активации диффузии адатомов на указанной поверхности, а также диффузионных длинах и их зависимости от температуры.

Несомненно, большой интерес представляют изложенные в диссертации результаты исследования адсорбции атомов цезия и углерода на поверхность $\text{Bi}_2\text{Se}_3(0001)$, полученные в рамках сотрудничества с экспериментальной группой из Института Физики Микроструктур имени Макса Планка (Германия). Данные результаты объясняют экспериментально наблюдаемые свойства указанных систем. Более того, результаты исследования диффузии атомов рубидия на ступенчатой поверхности $\text{Bi}_2\text{Se}_3(0001)$ позволяют проинтерпретировать ранее опубликованные экспериментальные данные, полученные методом сканирующей туннельной микроскопии, и таким образом скорректировать сделанные на их основе выводы.

Помимо этого, в диссертационной работе А. Г. Рябищенковой впервые были установлены равновесные положения адатомов на поверхностях (0001) Bi_2Se_3 и Bi_2Te_3 , а также получена информация о зарядовом состоянии адатомов, которая может быть использована для проведения первопринципных и модельных теоретических расчетов. С другой стороны, детальная информация о локализации, температурах активации диффузии и диффузионных длинах адсорбатов, может быть полезной при планировании экспериментов, а также для интерпретации их результатов.

В период работы над диссертацией А. Г. Рябищенкова проявила себя как инициативный, грамотный и добросовестный исследователь, демонстрирующий исключительное терпение и настойчивость в достижении результата. Она хорошо овладела современными методами и подходами к решению поставленных задач, освоила на высоком уровне комплексный пакет VASP, предназначенный для проведения первопринципных расчетов, а также продемонстрировала знание таких языков программирования, как fortran и bash/tcsh. Данные качества и навыки, наряду с представленными в диссертации научными результатами, характеризуют А. Г. Рябищенкову как сформировавшегося специалиста.

В целом, представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, а ее результаты опубликованы в авторитетных российских и иностранных журналах. Диссертация удовлетворяет всем предъявляемым требованиям, а диссертант, А. Г. Рябищенкова, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель
старший научный сотрудник
лаборатории наноструктурных поверхностей
и покрытий, кандидат физико-математических наук
(01.04.07 – Физика конденсированного состояния)

Отроков Михаил Михайлович

07.12.2017

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, (3822) 529-852, rector@tsu.ru, <http://www.tsu.ru>

Подпись Отрокова М. М. удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета ТГУ



Н. А. Сазонтова