

## Отзыв

научного руководителя доктор физико-математических наук Е. В. Чулкова на диссертацию И.В. Силкина «*Электронная структура многокомпонентных тетрадимитоподобных топологических изоляторов*», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Недавнее открытие нового квантового состояния материи – топологических изоляторов, открывает широкие перспективы использования специфических свойств этих материалов в таких областях, как спинтроника и квантовые вычисления. Помимо этого, топологические изоляторы могут помочь реализовать на практике такие теоретические идеи, как, например, аксионы или фермионы Майорана. Для использования топологических изоляторов в создании принципиально новых приборов и технологий необходим поиск и всестороннее исследование новых материалов, обладающих более совершенными топологическими характеристиками. Эксперименты и теоретические исследования показывают, что топологические электронные свойства кристаллов варьируются в широких пределах и зависят как от атомного состава материала, так и от состояния его поверхности. Широкое экспериментальное исследование топологических изоляторов сопряжено с большими затратами материальных и временных ресурсов. Поэтому на первое место в поиске таких материалов с нетривиальной топологией электронного спектра и в изучении свойств топологических поверхностных состояний выдвигаются теоретические методы, использующие первопринципный подход для расчёта электронной структуры объёмного кристалла и его поверхности. Этот путь представляется наиболее эффективным способом решения такого рода задач, позволяя предсказывать с большой достоверностью существование топологических поверхностных состояний и рассчитывать с высокой точностью их характеристики. В связи с этим диссертационная работа И. В. Силкина, целью которой было детальное теоретическое исследование электронной структуры ряда многокомпонентных тетрадимитоподобных полупроводниковых соединений для выявления новых классов топологических изоляторов и возможностей управления их электронными свойствами за счёт изменения кристаллической структуры и атомного состава, является актуальной и представляет значительный интерес.

Цели 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 обнаружение ряда новых трехмерных топологических изоляторов среди

слоистых трёх- и четырехкомпонентных тетрадимитоподобных соединений, обладающих более совершенными, по сравнению с уже известными топологическими изоляторами, параметрами электронной структуры (широкая запрещенная щель, изотропный конус Дирака). Исследование тонких пленок этих соединений показали, что при определенной толщине (своей для каждого соединения) они являются двумерными топологическими изоляторами.

Несомненно, большой интерес представляет также исследование зависимости топологических электронных свойств кристаллов от концентрации компонентов в слоях смешанного состава, в которых компоненты соединения статистически распределены по узлам кристаллической решётки. Было показано, что изучаемые топологические свойства этих соединений определяется концентрацией компонентов в подрешетке, а не конкретным положением атомов.

В работе впервые было обнаружено существование в трехмерном топологическом изоляторе ( $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}_3$ ) сразу двух конусов Дирака в центре зоны Бриллюэна: один в фундаментальной запрещённой щели, а другой – в локальной щели, лежащей в незанятой части электронного спектра.

В целом, настоящая работа выполнена на высоком научном уровне, результаты работы опубликованы в авторитетных российских и иностранных журналах. Диссертация удовлетворяет всем предъявляемым требованиям, а сам диссертант, И.В. Силкин, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Чулков Евгений Владимирович,  
доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник,  
профессор кафедры физики металлов  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Томский государственный университет»,  
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36, [www.tsu.ru](http://www.tsu.ru)  
e-mail: [rector@tsu.ru](mailto:rector@tsu.ru)  
тел. +7 (3822) 52-98-44

Верно

Ученый секретарь Ученого совета ТГУ

18.09.2014 г.



Н.Ю. Бурова