

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еналдиева Владимира Викторовича "Свойства краевых и поверхностных состояний в дираковских материалах", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – "физика полупроводников".

В последние годы повышенный интерес у исследователей вызывают полупроводниковые системы, в которых реализуются электронные состояния, описываемые уравнениями, аналогичными уравнению Дирака для релятивистских квантовых частиц. Такие состояния реализуются в окрестности высоко симметричных точек зоны Бриллюэна в ряде кристаллических структур, например, в графене, в квантовых ямах на основе HgTe/CdTe, в объемных пленках халькогенидов свинца и висмута, когда в окрестность уровня Ферми попадают две электронные зоны, достаточно удаленные от других зон по энергии. В указанных системах важную роль играют краевые и поверхностные состояния, которые вносят дополнительный вклад в электрическую проводимость структуры. В диссертации В.В. Еналдиева представлены новые результаты теоретического исследования свойств поверхностных и краевых состояний в ряде узкощелевых полупроводников ($\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}(\text{Se},\text{Te})$, $\text{Bi}_2(\text{Se},\text{Te})_3$) и графене, что делает данную работу актуальной.

Первая глава диссертации посвящена описанию поверхностных состояний в полубесконечных кристаллах типа $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}(\text{Se},\text{Te})$, а также вычислению вклада поверхностных состояний в магнитопроводимость нанопроволок из указанных соединений. Предсказан эффект Ааронова-Бома в магнитопроводимости нанопроволоки даже в случае, когда поверхностные состояния не лежат в запрещенной зоне и перекрываются по энергии с размерно-квантованными объемными состояниями.

Во второй главе диссертации на основе симметричного анализа выводится феноменологическое граничное условие для огибающих функций электронов на поверхности (111) топологических изоляторов типа $\text{Bi}_2(\text{Se},\text{Te})_3$ и исследуется зависимость спектров поверхностных состояний от значений параметров в предложенном граничном условии. Автор показывает, что спектр топологических поверхностных состояний сильно зависит от свойств поверхности, определяемых параметрами граничного условия, и в общем случае не описывается конической дисперсией. В этой же главе на модельном примере двумерного топологического изолятора, спектр которого рассчитывается в

рамках приближения сильной связи, продемонстрировано, что предложенное граничное условие не нарушает соответствие объем-граница, то есть сохраняет топологические свойства системы.

В третьей главе исследуются краевые состояния, локализованные на круглом нанотверстии в графене. Существование квазистационарных краевых состояний обуславливает предсказанные автором резонансные вклады в коэффициент поглощения наноперфорированного графена на частотах, отвечающих разности ближайших уровней энергии краевых состояний, локализованных на нанотверстии.

После прочтения автореферата у меня возникло два вопроса. Во-первых, в тексте не поясняется зависимость коэффициента поглощения от положения Ферми, приведенная на рис. 4(б). Из этого рисунка остается неясным, почему зависимость является ступенчатой и почему при достаточном низком положении уровня Ферми ($\mu < -4\hbar\omega_0$) коэффициент поглощения становится равным нулю. Во-вторых, хотелось бы комментариев относительно возможного экспериментального наблюдения особенностей в коэффициенте поглощения графена, обсуждаемых автором, например, в каком диапазоне электромагнитного спектра лежат обсуждаемые резонансные частоты, и как соотносится рассчитанный коэффициент поглощения с коэффициентом поглощения двумерных электронов в графене?

Сделанные замечания, однако, не снижают ценности работы. Основные результаты диссертации отражены в публикациях автора и многократно докладывались на конференциях, их достоверность не вызывает сомнения. Считаю, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – "физика полупроводников".

26.04.2017 г.

кандидат физико-математических наук,

научный сотрудник Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе,

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

e-mail: durnev@mail.ioffe.ru тел.: +7 921 327 83 08



Михаил Васильевич Дурнев

Подпись заверяю

