

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.231.01 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии
наук ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 02 июня 2017 г. № 4

О присуждении **Еналдиеву** Владимиру Викторовичу, гр. России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация на тему «Свойства краевых и поверхностных состояний в дираковских материалах» по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников» принята к защите 22 марта 2017 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 002.231.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук (125009, Москва, ул. Моховая. Д.11. корп.7) (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1776 от 07.12.2007 г.; приказ Минобрнауки России о продлении деятельности совета № 75/нк от 15.02.2013 г.).

Соискатель **Еналдиев** Владимир Викторович, 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт» (государственный университет). С 02.07.2012 г. по 01.07.2016 г. проходил обучение в аспирантуре ФГБУН Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук.

Работает младшим научным сотрудником лаб. №181 «Электронные процессы в тонких пленках и пленочных структурах» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаб. № 181 «Электронные процессы в тонких пленках и пленочных структурах» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук .

Научный руководитель – доктор физико-математических наук **Волков** Владимир Александрович, главный научный сотрудник лаб.№ 181 «Электронные процессы в тонких пленках и пленочных структурах» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- **Энтин** Матвей Вульфович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории теории твердого тела отдела прикладных наноэлектронных структур ФГБУН Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН.

- **Бурмистров** Игорь Сергеевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник сектора квантовой мезоскопии ФГБУН Института

теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» в своем положительном заключении, подписанном д.ф-м.н., проф. Сатаниным Аркадием Михайловичем, проф. каф.теоретической физики, к.ф-м.н. Конаковым Антоном Алексеевичем, ассистентом. каф.теоретической физики, д.ф-м.н., доц. Бурдовым В.А., и.о.зав каф. теоретической физики, к.ф-м.н. Денисенко М.В., и.о.зав.лаб. теории наноструктур и утвержденном д.ф-м.н., доц. Казанцевым Виктором Борисовичем, проректором по научной работе ун-та указала, диссертации В.В. Еналдиева выполнена на актуальную тему, является законченной научной работой и содержит решение ряда задач о транспортных и оптических свойствах поверхностных и краевых состояний в топологических (кристаллических) изоляторах и графене. Новизна полученных в диссертации результатов и их достоверность не вызывает сомнений. В целом, полученные в работе результаты могут быть использованы при проведении исследований транспортных и оптических свойств в ТИ, ТКИ и графене в организациях, занимающихся исследованием этих систем: ФИ им. П.Н.Лебедева РАН, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, МГУ им. М.В.Ломоносова, ИФТТ РАН, ИТФ им. Л.Д.Ландау РАН, ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, ИФП им. А.В. Ржанова РАН, ННГУ им. Н.И.Лобачевского.

Опубликованные по теме диссертации работы.

Соискатель имеет 13 работ, опубликованных по теме диссертации, из них -- 5 работ опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в систему Web of Science, 8 работ опубликованы в тезисах докладов, сделанных на российских и международных научных конференциях. Общий объем, опубликованных по теме диссертации работ, составил 54 мп. страницы.

Научные работы, опубликованные соискателем, обладают самостоятельной научной ценностью, а основные положения, выносимые на защиту, изложены в них полно и достаточно обоснованы.

Вклад соискателя заключается в следующем: автор принимал участие в постановке задач и обсуждении результатов. Все расчеты проводились лично автором.

Наиболее значительными работами являются следующие:

1. Еналдиев В.В., Волков В.А. «Резонансное поглощение терагерцового излучения в наноперфорированном графене» // Письма в ЖЭТФ. 2016. Т.104, №9, С.646-650.
2. Еналдиев В.В., Волков В.А. «Осцилляции Ааронова-Бома, обусловленные нетопологическими поверхностными состояниями в дираковских нанопроволоках» // Письма в ЖЭТФ. 2016. Т.104, №11, С.806-812.

3. Enaldiev V.V., Zagorodnev I.V., Volkov V.A., «Boundary Conditions and Surface State Spectra in Topological Insulators» // Письма в ЖЭТФ. 2015. Т.101, С.94-100.
4. Волков В.А., Еналдиев В.В., «Поверхностные состояния системы дираковских фермионов: минимальная модель» // ЖЭТФ. 2016. Т.149, №3, С.702-716.
5. Zagorodnev I.V., Devizorova Z.A., Enaldiev V.V., «Resonant electron scattering by a graphene antidot». // Phys. Rev. B. 2015. V.92, no.19, P.195413.

На автореферат диссертации поступили положительные отзывы из:

- ФГОУ ВПО «Московский физико-технический институт» от к.ф-м.н. Свинцова Дмитрия Александровича, зав лаб.оптоэлектроники двумерных материалов (замеч.: резонансы в фотопоглощении в принятой автором модели являются очень узкими, вероятно, их истинная ширина будет определяться рассеянием электронов на фонах или друг на друге, а также различием параметра граничного условия на разных отверстиях. Оценки этих механизмов уширения отсутствуют в диссертации, но были бы очень полезными).

- ФГБУН Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН от к.ф-м.н. Дурнева Михаила Васильевича (замеч.: 1. 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. 2. 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?)

Обоснование выбора ведущей организации :

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» является ведущим научным заведением, которому в 2009 году присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Многочисленные работы его сотрудников Физического факультета в области теоретической физики и, в частности, физики полупроводников, свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представляемые автором для защиты.

Обоснование назначения оппонентов:

Назначенные советом официальными оппонентами по кандидатской диссертации В.В. Еналдиева ученые являются специалистами, в частности, в области физики низкоразмерных электронных систем, графена и топологических изоляторов; они широко известны своими достижениями в данных отраслях науки, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую

ценность оппонируемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: в рамках метода эффективной массы разработана аналитическая теория поверхностных и краевых состояний в материалах с дираковским (псевдорелятивистским) законом дисперсии носителей заряда на примере кристаллов графена, $\text{Bi}_2(\text{Se,Te})_3$, $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}(\text{Se,Te})$, которая позволяет как качественно, так и количественно описывать свойства поверхностных и краевых состояний при помощи феноменологических параметров в граничном условии для эффективных волновых функций. Используемый подход позволил исследовать общие закономерности спектров поверхностных состояний в топологических изоляторах типа $\text{Bi}_2(\text{Se,Te})_3$, а также предсказать два новых эффекта: 1) осцилляции магнитопроводимости проволок на основе кристаллических соединений типа $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}(\text{Se,Te})$ при неинвертированном порядке объемных зон; 2) резонансное поглощение наноперфорированного графена.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Использованный подход позволил предсказать эффект Ааронова-Бома в магнитопроводимости нанопроволок из более широкого класса полупроводников. Предложенные автором граничные условия могут быть использованы для теоретического описания наноструктур на основе топологических изоляторов типа $\text{Bi}_2(\text{Se,Te})_3$. Для вычисления поглощения в наноперфорированном графене был использован оригинальный подход, который позволил учесть переходы между квазистационарными уровнями краевых состояний, локализованными вблизи nanoотверстий в графене.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: предсказанный эффект резонансного поглощения электромагнитного излучения в наноперфорированном графене может быть использован для создания электрооптических модуляторов, работающих в терагерцовом диапазоне частот.

Оценка достоверности результатов исследования.

Предложенная в диссертации теория краевых состояний подтверждается тем, что при расчётах использовались проверенные методы теоретической физики, воспроизводящие результаты в различных подходах. Полученные теоретические результаты признаны научной общественностью при обсуждениях на российских и международных научных конференциях, а также подтверждены положительными рецензиями опубликованных статей в научных журналах.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном проведении расчетов, участии в постановке задач и обсуждении результатов, а также подготовки публикаций к печати.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация соответствует специальности 01.04.10 – физика полупроводников. и представляет

собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесенными в Положение постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335),

На заседании 02 июня 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить **Еналдиеву** Владимиру Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение учёной степени 21, против присуждения учёной степени 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационно



Гуляев
Юрий Васильевич
Кузнецова
Ирен Евгеньевна

«19» июня 2017 г.