

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21 марта 2022 г №20

О присуждении Прудкогляду Валерию Андреевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Свойства электронного транспорта в топологических материалах на основе HgTe и Bi_2Se_3 » по специальности 1.3.8 —Физика конденсированного состояния принята к защите 27 декабря 2021 года, (протокол заседания № 16) диссертационным советом 24.1.262.01, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Прудкогляд Валерий Андреевич, 28 ноября 1985 года рождения, в 2008 году с отличием окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ) по специальности «Прикладные математика и физика». С 2008 года обучался в аспирантуре МФТИ по направлению «Физика конденсированного состояния» и закончил её в 2011 году. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2021 году. С 2005 года В.А. Прудкогляд работал в Лаборатории сильнокоррелированных электронных систем Отделения физики твердого тела

ФИАН, далее в Центре по изучению высокотемпературной сверхпроводимости и квантовых материалов им. В.Л. Гинзбурга ФИАН. С 2018 года занимает должность высококвалифицированного младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа В.А. Прудкогляда выполнена в Центре по изучению высокотемпературной сверхпроводимости и квантовых материалов им. В.Л. Гинзбурга ФИАН.

Научный руководитель: член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук Пудалов Владимир Моисеевич, высококвалифицированный главный научный сотрудник, руководитель Центра по изучению высокотемпературной сверхпроводимости и квантовых материалов им. В.Л. Гинзбурга ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Зайцев-Зотов Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Лаборатории электронных процессов в квантовых системах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН;
2. Тейтельбаум Григорий Бенционович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Лаборатории проблем сверхпроводимости и спинтроники Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского, обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр ``Казанский научный центр Российской академии наук»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твёрдого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук (ИФТТ РАН), город Черноголовка, Московская

область, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук Девятовым Эдуардом Валентиновичем, заместителем директора ИФТТ, и утвержденном доктором физико-математических наук Левченко Александром Алексеевичем, директором ИФТТ, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликовано 4 работы.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем В.А. Прудкоглядом работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Olshanetsky E.B., Kvon Z.D., Gerasimenko Ya.A., Prudkoglyad V.A., Pudalov V.M., Mikhailov N.N., Dvoretzky S.A. Metal-insulator transition in a HgTe quantum well under hydrostatic pressure // Письма в ЖЭТФ – 2013 – Том 98, No. 12. – С. 947-951.
2. Овешников Л.Н., Прудкогляд В.А., Нехаева Е.И., Кунцевич А.Ю., Селиванов Ю.Г., Чижевский Е.Г., Аронзон Б.А. Магнетотранспорт в тонких эпитаксиальных пленках Bi_2Se_3 // Письма в ЖЭТФ – 2016. – Том 104, No 9. – С. 651-657.
3. Kuntsevich A.Yu., Gabdullin A.A., Prudkoglyad V.A., Selivanov Yu.G., Chizhevskii E.G., Pudalov V.M. Low-temperature Hall effect in bismuth chalcogenides thin films // Physical Review B – 2016. – Vol. 94, No. 23 – Art. No. 235401.
4. Prudkoglyad V.A., Olshanetsky E.B., Kvon Z.D., Pudalov V.M., Mikhailov N.N., Dvoretzky S.A. Two-dimensional semimetal in HgTe quantum well under hydrostatic pressure // Physical Review B – 2018. – Vol. 98, No. 15. – Art. No. 155437.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты — активно работающие специалисты в области спинтроники и физики низкоразмерных квантовых систем, а ведущая организация является признанным научным центром, проводящим исследования мирового уровня в области физики конденсированных сред и физического материаловедения.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации экспериментально исследованы транспортные явления в топологических материалах на основе HgTe и Bi_2Se_3 , возникающие в сильных магнитных полях и при низких температурах. Оба родительских материала являются узкозонными полупроводниками, в которых сильны эффекты спин-орбитального и межэлектронного взаимодействий. Реализована серия экспериментов по систематическому изучению влияния гидростатического давления на электронные свойства двумерной электрон-дырочной системы в квантовых ямах HgTe шириной 20 нм. Кроме того, исследован вклад различных групп носителей заряда в проводимость чистых эпитаксиальных пленок трехмерных топологических изоляторов Bi_2Se_3 в магнитных полях различной ориентации относительно плоскости пленок.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Впервые изучены магнитотранспортные свойства квантовых ям HgTe с полуметаллическим спектром в условиях гидростатического давления. Обнаружено немонотонное поведение магнитосопротивления как функции магнитного поля, давления и концентрации носителей заряда. В области давлений выше 14 кбар в квантовых ямах HgTe шириной 20 нм обнаружен резкий переход от полуметаллического типа проводимости к диэлектрическому, возникающий при понижении температуры. Наличие такого перехода только вблизи точки электронейтральности системы,

указывает на возможность возникновения в системе новой электрон-дырочной фазы типа экситонного диэлектрика.

2. Проведенные детальные измерения температурного поведения магнитосопротивления высококачественных эпитаксиальных пленок топологического изолятора Bi_2Se_3 позволили разделить вклады поверхностных и объемных групп носителей заряда в транспортные свойства системы. Измерения в наклонном по отношению к плоскости пленок магнитном поле показали, что обе группы носителей проявляют двумерные транспортные свойства как в слабых, так и в сильных магнитных полях, когда магнитная длина становится сопоставима или меньше, чем толщина пленок.
3. Из измерений температурной зависимости холловской компоненты тензора магнитосопротивления эпитаксиальных пленок Bi_2Se_3 на основе модельно-независимого феноменологического подхода была определена квантовая поправка к проводимости за счет электрон-электронного взаимодействия. Установлено, что константа электрон-электронного взаимодействия, K_{ee} , может принимать аномально большие значения, не вписывающиеся в рамки имеющихся к настоящему времени теоретических моделей для однородного состояния. Данное обстоятельство указывает на то, что в системе возникает микроскопически неоднородное состояние и электронный транспорт осуществляется по нескольким слабосвязанным каналам проводимости.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Новизна обусловлена тем, что влияние гидростатического давления на магнитотранспортные свойства квантовых ям HgTe было систематически изучено впервые. При изучении свойств чистых эпитаксиальных пленок Bi_2Se_3 впервые наблюдались значения константы электрон-электронного взаимодействия большие 2 для пленок с толщинами менее 20 нм.

Теоретическая значимость результатов диссертации определяется тем, что полученные в ней экспериментальные данные требуют уточнения и расширения

существующих к настоящему моменту моделей магнитотранспорта в двумерных полуметаллических системах и пленках топологических изоляторов. Кроме того, результаты, полученные автором диссертации значимы для разрешения фундаментального вопроса о возможных равновесных фазах электрон-дырочных систем.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в разработке техники модификации параметров электронного спектра квантовых ям HgTe с использованием гидростатического давления. Кроме того, важной является демонстрация эффективности метода определения параметров электрон-электронного взаимодействия в топологических материалах, основанного на фундаментальном соотношении между поправкой от электрон-электронного взаимодействия к диагональной и холловской компонентам тензора магнитосопротивления.

Результаты диссертации могут быть использованы при проведении фундаментальных и прикладных исследований в области физики полупроводниковых и полуметаллических систем с сильным спин-орбитальным взаимодействием, в том числе при разработке устройств спинтроники.

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждена тем, что:

- все экспериментальные данные получены с использованием высокоточных современных сертифицированных измерительных и регистрирующих приборов,
- продемонстрирована воспроизводимость результатов на различных образцах,
- основные результаты опубликованы в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях и апробированы на международных и всероссийских конференциях.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию В.А. Прудкогляда, получены лично автором либо при его непосредственном участии,

являются оригинальными и научно обоснованными. Подготовка результатов к публикации проводилась совместно с соавторами.

В ходе защиты соискатель Прудкогляд В.А. дал аргументированные ответы на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 21 марта 2022 года диссертационный совет принял решение присудить В.А. Прудкогляду учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи о модификации параметров электронного спектра и транспортных свойств топологических материалов за счет приложения гидростатического давления и магнитного поля, имеющей важное значение для дальнейшего развития физики конденсированных систем с сильным спин-орбитальным взаимодействием, а также физики электрон-дырочной жидкости в полупроводниковых и полуметаллических системах.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 23 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.8 — Физика конденсированного состояния), участвовавшие в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 23,
против присуждения учёной степени - 0,
недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

Золотко Александр Степанович

21 марта 2022 г.