

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.207.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФГБУН Институт теоретической физики  
им. Л.Д. Ландау РАН, МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25.12.2020 №\_7\_\_

О присуждении Антоненко Даниилу Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Эффекты топологии и взаимодействия в неупорядоченных сверхпроводниках» по специальности 01.04.02 – теоретическая физика принята к защите 16.10.2020г. (протокол заседания №4) диссертационным советом Д 002.207.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, Минобрнауки России, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, пр-т. Акад. Семенова, д. 1-А, Приказ № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Антоненко Даниил Сергеевич, 1993 года рождения. В 2016 году соискатель окончил МФТИ, в 2020 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МФТИ, работает инженером-исследователем в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау Российской академии наук, Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в Секторе квантовой мезоскопии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау Российской академии наук, Минобрнауки России. Научный руководитель – доктор физ-мат. наук, Скворцов Михаил Андреевич, Сколковский институт науки и технологий (Центр фотоники и квантовых материалов), доцент; ИТФ им. Л.Д.Ландау РАН, старший научный сотрудник (совместитель).

#### Официальные оппоненты :

Горный Игорь Викторович, доктор физ-мат. наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, старший научный сотрудник базовой кафедры Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН и

Шапиро Дмитрий Сергеевич, кандидат физ-мат. наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н. Л. Духова», ведущий научный сотрудник лаборатории физики микро- и наноструктур, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики», Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Махлиным Юрием Генриховичем, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, заведующим Международной лабораторией физики конденсированного состояния и Юдсоном Владимиром Исааковичем, д.ф.-м.н., профессором, главным научным сотрудником Международной лаборатории физики конденсированного состояния, а также утвержденном первым проректором Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики» доктором экономических наук профессором Радаевым Вадимом Валерьевичем указала, что диссертационная работа Антоненко Д.С. посвящена изучению мезоскопических проявлений беспорядка в электронной подсистеме неупорядоченных сверхпроводников и развивает существующую теорию неупорядоченных и топологических сверхпроводников. Отмечена новизна основных результатов диссертации. Результаты работы доложены на нескольких конференциях и опубликованы в ведущих международных и российских журналах. Также ведущая организация отметила, что диссертационная работа Даниила Сергеевича Антоненко «Эффекты топологии и взаимодействия в неупорядоченных

сверхпроводниках», соответствует требованиям пунктов 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 3 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликованы 3 работы:

1. Antonenko D., Skvortsov M. Ballistic correction to the density of states in an interacting three-dimensional metal // *Phys. Rev. B.* — 2020. — февр. — т. 101, вып. 6. — с. 064204. — DOI: 10.1103/PhysRevB.101.064204
2. Antonenko D. S., Skvortsov M. A. Superconductivity Suppression in Disordered Films: Interplay of Two-dimensional Diffusion and Three-dimensional Ballistics // *JETP Letters.* — 2020. — сент. — т. 112, вып. 7. — с. 466. — DOI: 10.1134/S0021364020190017.
3. Antonenko D. S., Khalaf E., Ostrovsky P. M., Skvortsov M. A. Mesoscopic conductance fluctuations and noise in disordered Majorana wires // *Phys. Rev. B.* — 2020. — нояб. — т. 102, вып. 19. — с. 195152. — DOI: 10.1103/PhysRevB.102.195152.

Результаты диссертации получены лично соискателем или при его непосредственном участии.

На диссертацию и автореферат поступили только положительные отзывы, в которых отмечают актуальность работы, важность полученных результатов и их новизна. В отзывах оппонентов и ведущей организации имеются также следующие критические замечания, не снижающие общей высокой оценки работы:

- 1) На Рисунке 2.4 (а-в) приведены экспериментальные данные (черные

точки) и теоретическая подгонка (красная кривая) для трех материалов. На подрисунке а) теоретическая кривая построена только начиная с  $k_{F1} = 3.5$ , так что примерно треть точек остается левее области, в которой изображена теоретическая кривая. В то же время на подрисунках б) и в) кривые изображены во всей области, в которой есть точки. Соответственно, непонятно, что случилось подрисунке а).

2) В пунктах 3.2 и 3.5.2 обсуждается фактор Фано, при этом вычислен «псевдоусредненный» фактор Фано, а не «настоящий» усредненный фактор Фано. По-видимому, это связано с тем, что средний фактор Фано в рамках используемой модели сосчитать невозможно. Стоило пояснить, почему сосчитано именно псевдоусредненное значение и насколько оно информативно.

3) В первой главе, посвященной анализу баллистической поправки к плотности состояний в трехмерной системе, используется модельный потенциал Юкавы с коэффициентом  $\lambda$ , определяющим силу взаимодействия. При этом для реального статически экранированного кулоновского потенциала сила взаимодействия (связанная с диэлектрической проницаемостью материала) определяет также и радиус экранирования. Можно ли на основании решения модельной задачи сделать какие-то определенные выводы о соотношении характерных масштабов в реалистичном случае кулоновского взаимодействия?

4) В диссертации немало опечаток и тому подобных мелочей. Например, во введении, при обсуждении формулы (1) всюду стоят ссылки на формулу (2.1), дублирующую формулу (1) в другой, более поздней главе. При описании структуры матриц в пункте 3.4.1 (стр. 67) говорится о нулевых элементах, хотя имеются в виду ненулевые, и т.п. В части «0.3 Топологические явления в физике твердого тела и беспорядок» было бы уместно изменить фразу «Первым открытым топологическим изолятором был квантовый эффект Холла». В самом деле, топологическим изолятором является материал или структура, а не физический эффект.

5) На Рис. 1.1 в тексте диссертации недостаточно ясно сделано сравнение

вкладов в плотность состояний вблизи энергии Ферми от 3D баллистики и 2D диффузии. Было бы полезно графически сравнить их абсолютные величины или изобразить их сумму.

На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются высококвалифицированными специалистами в данной научной области, а ведущая организация – признанным научным центром.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно охарактеризовать как самостоятельную и квалифицированную научную работу в области теоретической физики твердого тела. Разработаны новые научные идеи и методы, обогащающие различные аспекты этой теории. Разработанное понимание структуры собственного базиса Лапласа-Бельтрами на многообразиях суперсимметричных сигма-моделей старшего ранга и метода его построения позволяет расширить набор физических величин, которые можно вычислить в рамках сигма-модельного формализма. Проведенное исследование роли баллистических масштабов в задачах о вызванных взаимодействием и беспорядком поправках к туннельной плотности состояний и сдвиге критической температуры сверхпроводника указывает на важность этих вкладов в мезоскопической физике в целом и является мотивацией дальнейших исследований подобных эффектов и в других мезоскопических эффектах.

Теоретическая значимость исследования обоснована следующими основными результатами, полученными в диссертации

1. Детально изучена баллистическая поправка к туннельной плотности состояний в трехмерном неупорядоченном металле с взаимодействием за рамками диффузионного приближения.

2. Вычислен вклад трехмерной баллистической области движения электронов в эффект сдвига критической температуры сверхпроводящих пленок, что позволило объяснить экспериментальные данные.
3. В неупорядоченных топологических сверхпроводниках класса  $D$  вычислены старшие моменты кондактанса квазичастиц при произвольной длине провода в диффузионной области.
4. Для суперсимметрического многообразия ранга два, которое является седловым для сигма-модели класса  $D$  с двумя репликами построен радиальный собственный базис лапласиана.

Значение полученных соискателем результатов исследования состоит в существенном вкладе в развитие техники суперсимметричной сигма-модели в применении к топологическим сверхпроводящим проволокам и понимании физики сверхпроводящих пленок мезоскопической толщины.

Достоверность полученных результатов обосновывается применением методов, широко используемых в теоретической физике твердого тела. Некоторые результаты были получены несколькими доступными способами вычисления. Новые результаты согласуются с предельными частными случаями, которые ранее уже были известны научной общественности. Для некоторых теоретических предсказаний имеются экспериментальные подтверждения, приведенные в тексте диссертации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном активном участии в проведении исследования, получении результатов и написании научных статей по теме диссертации.

На заседании 25.12.2020 диссертационный совет принял решение присудить Антоненко Даниилу Сергеевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

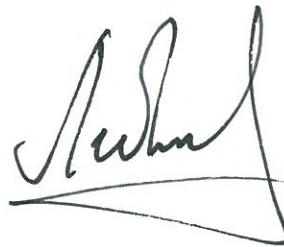
Заседание диссертационного совета проходило в дистанционном режиме, согласно приказу №734 от 22.06.2020 Минобрнауки РФ. В заседании

диссертационного совета приняло участие 19 человек, из 22 человек, входящих в состав совета, из них участвовало лично 8, дистанционно 11; из числа участвовавших в заседании 7 докторов наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика. При проведении открытого голосования проголосовали: за 19, против 0, воздержались 0 человек.

Председатель

диссертационного совета Д.002.207.01

член-корр. РАН



В. В. Лебедев

Ученый секретарь

диссертационного совета Д.002.207.01

доктор физ.-мат. наук



В.Э. Адлер

Дата оформления заключения



12.2020