

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д.002.023.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 октября 2020 г. № 85

О присуждении Кунцевичу Александру Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Экспериментальное исследование термодинамических и кинетических эффектов в двумерных системах» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния принята к защите 09 июля 2020 г. (протокол заседания № 78) диссертационным советом Д002.023.03, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53 (ФИАН).

Соискатель Кунцевич Александр Юрьевич, 1984 года рождения, в 2007 году окончил Московский физико-технический институт (Государственный университет) (МФТИ) и получил квалификацию «магистр» по специальности «Прикладные математика и физика». В 2010 году окончил аспирантуру МФТИ по направлению 03.06.01 «физика и астрономия». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Транспортные и термодинамические свойства многодолинной двумерной электронной системы» защитил в 2010 году (диплом ДКН № 115263) в диссертационном совете, созданном на базе Физического института им. П.Н. Лебедева РАН. С 2005 года

А.Ю. Кунцевич работает в ФИАН, в настоящее время в должности старшего научного сотрудника в Центре высокотемпературной сверхпроводимости и квантовых материалов им. В.Л. Гинзбурга.

Официальные оппоненты:

Квон Зе Дон, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики низкоразмерных электронных систем Института физики полупроводников Сибирского отделения РАН им. А.В. Ржанова;

Девятов Эдуард Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела Российской академии наук;

Качоровский Валентин Юрьевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела электрических и оптических явлений в полупроводниках Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Институт физики микроструктур РАН (ИФМ РАН) в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником ИФМ РАН Владимиром Яковлевичем Алешкиным, доктором физико-математических наук заведующим лабораторией 122 ИФМ РАН Александром Сергеевичем Мельниковым, доктором физико-математических наук, заведующим отделом 120 ИФМ РАН Владиславом Викторовичем Куриным и утвержденном и.о. директора ИФМ РАН, доктором физико-математических наук, профессором Гавриленко Владимиром Изяславовичем, указала, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой профессиональной квалификацией и наличием признанных достижений в области физики низкоразмерных систем.

Соискатель имеет 53 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 40 работ, из них 19 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science, и один патент на изобретение. Вклад соискателя в эти работы является определяющим. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных Кунцевичем А.Ю. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. A.Yu. Kuntsevich, G.M. Minkov, A.A. Sherstobitov, V.M. Pudalov; Nonmonotonic magnetoresistance of two-dimensional electron systems in the ballistic regime, *Physical Review B* **79**, 205319 (2009).
2. N. Teneh, A. Yu. Kuntsevich, V. M. Pudalov, M. Reznikov; Spin-Droplet State of an Interacting 2D Electron System, *Physical Review Letters* **109**, 226403 (2012).
3. A.Yu. Kuntsevich, L.A. Morgun, V.M. Pudalov; Electron-electron interaction correction and magnetoresistance in tilted fields in Si-based two-dimensional systems, *Physical Review B* **87**, 205406 (2013).
4. A.Y. Kuntsevich, Y.V. Tupikov, V.M. Pudalov, I.S. Burmistrov; Strongly correlated two-dimensional plasma explored from entropy measurements, *Nature Communications* **6**, 7298 (2015).
5. A.Yu. Kuntsevich, A.V. Shupletsov, M.S. Nunuparov; Temperature dependent nonlinear Hall effect in macroscopic Si-MOS antidot array, *Physical Review B* **93**, 205407 (2016).
6. A.Yu. Kuntsevich, A.A. Gabdullin, V.A. Prudkogliad, Yu.G. Selivanov, E.G. Chizhevskii, V.M. Pudalov; Low-temperature Hall effect in bismuth chalcogenides thin films, *Physical Review B* **94**, 235401 (2016).

7. A.Yu. Kuntsevich, A.V. Shupletsov, G.M. Minkov; Simple mechanisms that impede the Berry phase identification from magneto-oscillations, *Physical Review B* **97**, 195431 (2018).

8. A.Yu. Kuntsevich, G.M. Minkov, A.A. Sherstobitov, Y.V. Tupikov, N.N. Mikhailov, S.A. Dvoretzky; Density of states measurements for heavy subband of holes in HgTe quantum wells, *Physical Review B* **101**, 085301 (2020).

9. А.Ю. Кунцевич, Е.В. Тупиков, М. Резников, С.А. Дворецкий, Н.Н. Михайлов; Измерение магнитной восприимчивости носителей в квантовых ямах HgTe в перпендикулярном поле, *Письма в ЖЭТФ* **111**, 750-756 (2020).

Диссертационная работа Кунцевича А.Ю. посвящена исследованию низкоэнергетических транспортных и термодинамических эффектов в двумерных системах и разработке соответствующих методов исследования, в частности, методик измерения энтропии и намагниченности. Актуальность измерения новых величин обусловлена многообразием физики двумерных систем и неполнотой существующих экспериментальных методов исследования спектра, межэлектронных взаимодействий и явлений, связанных с беспорядком. Поскольку двумерные системы являются элементами наноэлектроники и нанооптоэлектроники, на которых создается элементная база приборов будущего, и за последние годы появилось большое количество новых материальных систем (графеноподобные материалы, поверхности топологических изоляторов, системы на основе халькогенидов, оксидов), то получение новой информации о данных системах актуально и имеет практическую значимость.

На основании выполненных соискателем исследований диссертационный совет отмечает следующие наиболее значимые научные результаты:

1. Создание метода измерения энтропии двумерных систем и измерения при помощи данного метода эффективных масс, циклотронных щелей, уширений уровней Ландау, а также корреляционных эффектов в двумерных системах.
2. Обнаружение парамагнетизма свободных и локализованных многоэлектронных состояний в различных двумерных системах.

3. Обнаружение тонких корреляционных эффектов — поправок от электрон-электронного взаимодействия в проводящих свойствах (холловском сопротивлении) двумерных систем и пленок топологических изоляторов.
4. Обнаружение взаимосвязи термодинамических факторов и фазы квантовых осцилляций в топологических материалах.
5. Обнаружение нелинейного эффекта Холла в двумерной системе с массивом отверстий с плавными краями.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследования, разработке схем измерений, проведении большинства экспериментов, обработке и интерпретации полученных данных.

Достоверность полученных результатов подтверждена тем, что все результаты воспроизводились на различных образцах, а некоторые — и на различных материальных системах; использовались поверенные приборы для измерений; данные находились в согласии с результатами соответствующих измерений других научных групп.

Научная новизна выполненных соискателем Кунцевичем А.Ю. исследований заключается в том, что в диссертации впервые

- обнаружены признаки подмешивания суперпарамагнитной системы к двумерной Ферми-жидкости вблизи перехода металл-изолятор, реализуемого в инверсионных слоях в кремнии;
- экспериментально измерена энтропия двумерных электронных систем и показано, что в состоянии невырожденной сильно коррелированной плазмы она сильно перенормирована межэлектронными взаимодействиями, и достигает значений в 5-6 раз больше, чем для невзаимодействующих электронов;
- обнаружена добавка от электрон-электронного взаимодействия в эффект Холла в двумерных системах в инверсионных слоях в кремнии и в тонких пленках трехмерных топологических изоляторов;

- показана роль термодинамических эффектов в фазе магнитоосцилляций для квантовых материалов;
- измерена плотность состояний тяжелых дырок в узкой квантовой яме теллурида ртути, соответствующая массе 0.7 ± 0.2 массы свободного электрона, и показан их парамагнетизм;
- обнаружена квадратичная по магнитному полю добавка к холловскому коэффициенту в системе двумерного газа с макроскопическими антиоточками, обладающими плавными границами, в исследованных образцах кремниевых структур достигающая 50-70% в магнитном поле 6 Т.

Научная новизна результатов подтверждается их приоритетной публикацией в ведущих журналах.

Научно-практическое значение полученных соискателем результатов заключается в том, что:

- исключена возможность ряда предлагавшихся теоретических сценариев для объяснения перехода металл-изолятор в двумерных системах;
- измерения энтропии в двумерных системах привели к появлению новых теоретических и экспериментальных работ и стали новым направлением;
- на примере двумерного газа с массивом антиоточек показана перспективность создания искусственных макро-неоднородных сред, как метаматериалов с новыми свойствами;
- показана ошибочность утверждения, что фаза магнитоосцилляций является достаточным критерием для определения фазы Берри;
- измерения магнитной восприимчивости в системе с сильным спин-орбитальным взаимодействием способствуют развитию теории магнетизма двумерного газа.

Совокупность результатов проведенных автором исследований термодинамических и кинетических эффектов в двумерных системах и разработанных новых методов исследования термодинамических свойств

можно рассматривать как научное достижение, имеющее важное значение для физики низкоразмерных систем.

На заседании 19 октября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Кунцевичу А. Ю. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.07 – Физика конденсированного состояния), участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени - 20, против присуждения ученой степени - 0, недействительных бюллетеней - 1.

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

Колачевский Николай Николаевич

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

Золотко Александр Степанович

19 октября 2020 г