

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 1.3.04.16
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от « 17 » ноября 2022 г. № 8

о присуждении Боголюбскому Андрею Сергеевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Квантовые гальваномагнитные эффекты в полупроводниковых гетероструктурах на основе HgTe и InGaAs» по специальности 1.3.11. Физика полупроводников принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.3.04.16 «06» октября 2022 г., протокол № 5.

Соискатель, Боголюбский Андрей Сергеевич 1986 года рождения.

В период подготовки диссертации соискатель Боголюбский Андрей Сергеевич работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (ИФМ УрО РАН) в должности младшего научного сотрудника; в 2017 году окончил очную аспирантуру ИФМ УрО РАН по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния; был прикреплен к Федеральному государственному автономному образовательному учреждению высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ) в качестве экстерна для сдачи кандидатских экзаменов по направлению 03.06.01 Физика и астрономия (Физика полупроводников) с 01.09.2021 по 28.02.2022

В 2013 году он окончил УрФУ по направлению подготовки 010900 Прикладные математика и физика.

Справки о сдаче кандидатских экзаменов выданы ИФМ УрО РАН в 2022 г. и УрФУ в 2021 г.

Диссертация выполнена в лаборатории полупроводников и

полуметаллов ИФМ УрО РАН.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Гудина Светлана Викторовна, старший научный сотрудник лаборатории полупроводников и полуметаллов ИФМ УрО РАН.

Официальные оппоненты:

Каган Мирон Соломонович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук (г. Москва), заведующий лабораторией электронных процессов в полупроводниковых материалах.

Орлов Лев Константинович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт физики микроструктур РАН — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (г. Нижний Новгород), ведущий научный сотрудник отдела 110.

Козлов Дмитрий Андреевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), старший научный сотрудник лаборатории физики низкоразмерных электронных систем.

Соискатель имеет 13 опубликованных статей, из которых по теме диссертации – 6, все в рецензируемых научных изданиях и проиндексированы в международных базах цитирования Scopus и Web of Science. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 5.61 п.л., авторский вклад – 0.59 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ:

1. Quasiclassical calculations of Landau level spectrum for 20.5-nm-wide HgTe quantum well: “extremum loop” model and effects of cubic symmetry / S.

V. Gudina, A. S. Bogolubskiy, V. N. Neverov, K. V. Turutkin, N. G. Shelushinina, M. V. Yakunin // *Low Temperature Physics*. — 2021. — V. 47. — P. 7—13; 0,88 п.л. / 0,08 п.л. (WOS, Scopus).

2. Anomalous phase shift of magneto-oscillations in HgTe quantum well with inverted energy spectrum / S. V. Gudina, A. S. Bogoliubskii, A. S. Klepikova, V. N. Neverov, K. V. Turutkin, S. M. Podgornykh, N. G. Shelushinina, M. V. Yakunin, N. N. Mikhailov, S. A. Dvoretzky // *Journal of magnetism and magnetic materials*. — 2021. — V. 524. — P. 167655; 0,9 п.л. / 0,09 п.л. (WOS, Scopus).

3. Effective Mass and g-Factor of two-dimensional HgTe π -band electrons: Shubnikov-de Haas oscillations / Neverov V.N., Bogolubskii A.S., Gudina S.V., Podgornykh S.M., Turutkin K.V., Popov M.R., Shelushinina N.G., Yakunin M.V., Mikhailov N.N., Dvoretzky S.A. // *Semiconductors*. — 2020. — V. 54. — P. 982—990; 1,21 п.л. / 0,12 п.л. (WOS, Scopus).

4. “Extremum Loop” Model for the Valence-Band Spectrum of a HgTe/HgCdTe Quantum Well with an Inverted Band Structure in the Semimetallic Phase / S. V. Gudina, A. S. Bogolyubskii, V. N. Neverov, N. G. Shelushinina, M. V. Yakunin // *Semiconductors*. — 2018. — V. 52. — P. 1403—1406; 1,21 п.л. / 0,12 п.л. (WOS, Scopus).

5. Electron Effective Mass and g Factor in Wide HgTe Quantum Wells / S. V. Gudina, V. N. Neverov, E. V. Ilchenko, A. S. Bogolubskii, G. I. Harus, N. G. Shelushinina, S. M. Podgornykh, M. V. Yakunin, N. N. Mikhailov, S. A. Dvoretzky // *Semiconductors*. — 2018. — V. 52. — P. 12—18; 0,88 п.л. / 0,08 п.л. (WOS, Scopus).

6. Antisymmetric contribution to the magnetoresistance of heterostructures in a parallel magnetic field / A. S. Bogolubskiy, S. V. Gudina, V. N. Neverov, S. G. Novokshonov, M. V. Yakunin // *Low Temperature Physics*. — 2017. — V. 43. — P. 495—498; 0,53 п.л. / 0,1 п.л. (WOS, Scopus).

На автореферат поступило 4 положительных отзыва: **Кульбачинского Владимира Анатольевича**, доктора физико-математических наук, профессора физического факультета Московского государственного

университета имени М.В. Ломоносова, в отзыве замечания не содержатся;
Девятова Эдуарда Валентиновича, доктора физико-математических наук, профессора РАН, заместителя директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела имени Ю.А.Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН), отзыв содержит следующее замечание: «Поскольку работа содержит как экспериментальные, так и вычислительные результаты, при описании не всегда точно проведено различие между этими группами результатов.»;

Виниченко Александра Николаевича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории Молекулярно-лучевой эпитаксии и нанолитографии Центра радиофотоники и СВЧ технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Научно-исследовательского ядерного университета МИФИ», в отзыве замечания не содержатся;

Здоровейцева Антона Владимировича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории 2.8 «Научно-исследовательского физико-технического института» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», в отзыве замечания не содержатся.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области физики низкоразмерных полупроводниковых систем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, представляет собой самостоятельное законченное исследование, является научно-квалификационной работой, в которой содержатся результаты исследования квантовых гальваномагнитных эффектов в гетероструктурах на

основе HgTe и InGaAs. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты:

из-за специфики инвертированного энергетического спектра в широких квантовых ямах теллурида ртути с полуметаллическим спектром корректное значение эффективной массы может быть получено только для невырожденных уровней Ландау;

фазовый анализ магнитных осцилляций выявил аномальный фазовый сдвиг для вырожденных уровней Ландау, обусловленный специфическим соотношением зонных параметров при инвертированном порядке зон;

впервые квазиклассическая модель «петли экстремумов» применена к расчету спектра уровней Ландау сложной валентной зоны квантовых ям теллурида ртути в полуметаллической фазе, учет эффектов кубической симметрии позволил получить аномальную зависимость циклотронной эффективной массы от энергии с логарифмической расходимостью в седловых точках;

экспериментально продемонстрировано существование асимметрии магнитосопротивления в квантовых ямах в параллельном двумерной плоскости структуры магнитном поле, связанной с различием эффективного рассеивающего потенциала у противоположных гетерограниц.

Личный вклад соискателя состоит в участии в обсуждении цели и задач исследования, в получении, обработке, анализе и обсуждении результатов исследования. Совместно с соавторами соискатель принимал участие в подготовке и проведении экспериментов, выполнении расчетов зонного спектра в модели петли экстремумов, подготовке к публикации материалов исследований. Результаты диссертационной работы неоднократно докладывались соискателем лично на международных и всероссийских конференциях в виде устных и стендовых докладов.

На заседании 17 ноября 2022 г. диссертационный совет УрФУ 1.3.04.16 принял решение присудить Боголюбскому А.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

диссертационного совета

УрФУ 1.3.04.16

Германенко Александр Викторович

Ученый секретарь

диссертационного совета

УрФУ 1.3.04.16

Овчинников Александр Сергеевич

17 ноября 2022 г.