

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.069.03,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 12.12.2019 № 9

О присуждении Вадимову Василию Львовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Неоднородные состояния и неравновесные явления в сверхпроводящих структурах с нарушенной симметрией относительно обращения времени» по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния – принята к защите 26 сентября 2019 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом Д002.069.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения (ФГБНУ) «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 603950 г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании диссертационного совета номер 670/нк от 30 июня 2017 года.

Соискатель Вадимов Василий Львович, 1993 года рождения, в 2015 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» по направлению «Физика», освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Института физики микроструктур РАН (срок обучения 01.09.2015 – 31.08.2019), работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории теории мезоскопических систем Института физики микроструктур РАН – филиала

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделе физики сверхпроводников Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Мельников Александр Сергеевич, заведующий лабораторией теории мезоскопических систем Института физики микроструктур РАН – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Погосов Вальтер Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор, начальник лаборатории микро- и наноструктур Всероссийского научно исследовательского института автоматки им. Н. Л. Духова,
2. Бурмистров Игорь Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, исполняющий обязанности заместителя директора Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау,

**дали положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук» (ФИАН) – в своем **положительном отзыве**, составленном и подписанном Арсеевым Петром Иваровичем, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником Отделения теоретической физики им. И. Е. Тамма ФИАН, и утвержденном Савиновым Сергеем Юрьевичем, профессором, доктором физико-математических наук, заместителем директора по научной работе ФИАН, указала, что «Для сверхпроводников с р-типом спаривания получено два новых результата. Первый заключается в том, что в ‘горячем пятне’ (области с повышенной

температурой) в таком сверхпроводнике должны появляться круговые токи и магнитные поля. Второй результат касается структуры квазичастичных состояний в коре вихря. ... Оба этих результата могут быть использованы для экспериментального подтверждения р-типа спаривания в сверхпроводнике. ... В целом в диссертации решен ряд интересных задач о свойствах неоднородных сверхпроводящих систем». В конце отзыва делается заключение, что диссертация Вадимова Василия Львовича «Неоднородные состояния и неравновесные явления в сверхпроводящих структурах с нарушенной симметрией относительно обращения времени» полностью удовлетворяет всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 — физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликована 12 работ, из них в рецензируемых научных журналах опубликовано 6 статей. Наиболее значительные работы:

1. Vadimov V., Silaev M. Predicted Nucleation of Domain Walls in  $p_x+ip_y$  Superconductors by a  $Z_2$  Symmetry-Breaking Transition in External Magnetic Fields // *Phys. Rev. Lett.* — 2013. — Т. 111, No 17. — С. 177001
2. Vadimov V. L., Mel'nikov A. S. Electronic Structure of Vortices Pinned by Columnar Defects in  $p_x+ip_y$  Superconductors // *Journal of Low Temperature Physics.* — 2016. — Т. 183, No 5/6. — С. 342—358..
3. Vadimov V. L., Mel'nikov A. S. Laser pulse probe of the chirality of Cooper pairs // *Phys. Rev. B.* — 2017. — Т. 96, No 18. — С. 184523.
4. Vadimov V.L., Sapozhnikov M.V., Mel'nikov A.S. Magnetic skyrmions in ferromagnet-superconductor (F/S) heterostructures // *Applied Physics Letters.* — 2018. — Т. 113, No 3. — С. 032402..

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют. Личный вклад соискателя в опубликованные по теме диссертации работы является определяющим.

На автореферат диссертации поступило 2 отзыва (все положительные):

1) Бобкова Ирина Вячеславовна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории электронной кинетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела Российской академии наук, в своем отзыве на автореферат диссертации отмечает: «В качестве наиболее важных результатов диссертации я хочу отметить: 1) предсказание механизма генерации магнитных полей из-за неоднородного нагрева кирального p-волнового сверхпроводника; 2) вычисление спектров квазичастиц в вихре, запиннированном в p-волновом сверхпроводнике и демонстрацию качественной зависимости спектра от взаимной ориентации киральности сверхпроводящего домена и завихренности вихря, 3) предсказание возможности стабилизации магнитных скирмионов в гибридных структурах ферромагнетик/сверхпроводник и 4) вычисление модификации моды Хиггса в гетероструктурах сверхпроводник/нормальный металл». **Отзыв содержит следующее замечание:**

1. «следует указать на отсутствие в нем содержательных утверждений о характере зависимости магнитного поля и магнитного момента от интенсивности и размера горячего пятна.»

2) Вальков Валерий Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Лаборатории теоретической физики Института физики им. Л. В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук, в своем отзыве на автореферат диссертации отмечает: «Полученные фундаментальные результаты имеют богатые перспективы практического использования». **Отзыв содержит следующее замечание:**

1. «К сожалению, следует признать, что в стиле изложения присутствует легкая небрежность. Встречаются несогласованности в падежах и окончаниях (стр. 4, 5), лишние предлоги (стр. 6); по-видимому, в пункте 5 раздела «Положения, выносимые на защиту» не хватает слова «быть»

Выбор ведущей организации и официальных оппонентов обосновывается тематической близостью диссертационного исследования соискателя и их научных исследований, посвященных изучению физики сверхпроводимости (ведущая организация - 10 публикаций, оппонент Погосов В. В. - 8 публикаций, оппонент Бурмистров И. С. - 4 публикации, за последние 5 лет).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**Показано**, что локальный разогрев, подавляющей сверхпроводимость в ограниченной области кирального  $p$ -волнового сверхпроводника, приводит к генерации сверхтекучего тока и магнитного поля. **Выполнены** оценки величины генерируемого магнитного поля.

**Продемонстрировано**, что осуществление фазового перехода в киральных  $p$ -волновых сверхпроводниках в состояние с нарушенной симметрией относительно обращения времени может приводить к генерации киральных доменов.

**Вычислен** спектр и волновые функции квазичастиц в запиннигованном на протяженном дефекте вихре в киральном  $p$ -волновом сверхпроводнике. **Продемонстрирована** качественная зависимость спектра от взаимной ориентации завихренности вихря и киральности сверхпроводящего домена. С помощью найденного спектра и квазичастичных волновых функций **вычислены** локальная плотность состояний и СВЧ проводимость.

**Продемонстрирована** возможность стабилизации магнитных скирмионов в гибридных структурах сверхпроводник-ферромагнетик посредством наноструктурирования сверхпроводящего слоя.

**Вычислены** частоты колебаний модуля сверхпроводящего параметра порядка (мода Хиггса) в гибридных структурах сверхпроводник/нормальный металл в окрестности равновесия. **Показано**, что в подобных системах за счет эффекта близости появляются колебания на частоте, удвоенной наведенной в нормальном металле щели, а также на частоте, определяемой комбинацией наведенной щели и щели в первичном сверхпроводнике.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что изучены эффекты, специфические для киральных р-волновых сверхпроводников, а также показана связь между частотами мод Хиггса и спектром квазичастиц в сверхпроводнике.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики:**

– предложены эксперименты, связанные с измерением термоиндуцированных магнитных полей, генерацией киральных доменов по механизму Киббла–Зурека, а также измерением локального дифференциального контактанса и СВЧ проводимости в вихревом состоянии в киральных р-волновых сверхпроводниках, способствующие решению проблемы определения симметрии спаривания в  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ .

– продемонстрированная возможность стабилизации скирмионов в наноструктурированных бислоях сверхпроводник/ферромагнетик важна для оценки перспективы практического использования гибридных систем сверхпроводник/ферромагнетик с неоднородным распределением намагниченности.

– полученные результаты расчета динамики сверхпроводящего параметра порядка в гибридных структурах сверхпроводник/изолятор/нормальный металл важны для определения динамических характеристик приборов, основанных на сверхпроводящем эффекте близости.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила:

– достоверность результатов работы обеспечена выбором адекватных теоретических моделей, использованных для описания исследуемых систем.

– результаты работы хорошо согласуются с известными в литературе результатами других теоретических групп.

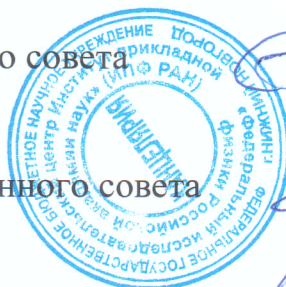
**Личный вклад соискателя:** Основные результаты, представленные в рассмотренной диссертационной работе, были получены автором лично, либо при его непосредственном участии. Постановка цели и задач диссертационного

исследования, интерпретация полученных результатов и формулировка выводов осуществлены совместно с научным руководителем.

На заседании 12.12.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Вадимову В.Л. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.07 – физика конденсированного состояния), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета



*Гапонов С.В.*

Гапонов С.В.

Ученый секретарь диссертационного совета

*Водолазов Д.Ю.*

Водолазов Д.Ю.

Дата оформления Заключения 12.12.2019 г.