

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.111.01,**  
созданного на базе **Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук,** по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

аттестационное дело N \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 06 марта 2024 г., № 3

**О присуждении Гимазову Ильнуру Илхамовичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация на тему: «**Исследование короткоживущих возбуждений в купратных и железосодержащих сверхпроводниках**» принята к защите 15 декабря 2023, протокол № 12, диссертационным советом 24.1.111.01, созданным на базе **Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН) (125009, Москва, ул. Моховая, д.11. корп.7)** (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1776 от 07.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета № 75/нк от 15.02.2013 г.)

Соискатель Гимазов Ильнур Илхамович, 1994 года рождения, в 2018 г. окончил с отличием **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"** по специальности 03.04.03 – «Радиофизика» с присвоением квалификации «Магистр». С 2018 г. Гимазов И.И. обучался в очной аспирантуре **Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»** по специальности 01.04.11 – «Физика магнитных явлений».

С марта 2018 г. по настоящее время Гимазов И.И. работает в **Казанском физико-техническом институте им. Е.К. Завойского - обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»** в должности младшего научного сотрудника. В 2022 году окончил аспирантуру **Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»**.

Работа выполнена в 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»**.

**Научный руководитель: Таланов Юрий Иванович,** доктор физико-математических наук, 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» (специальность 01.04.11 – «Физика магнитных явлений»)**.

### Официальные оппоненты:

**Рязанов Валерий Владимирович**, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»), профессор, заведующий лабораторией сверхпроводниковой наноэлектроники в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»,

**Глазков Василий Николаевич**, доктор физико-математических наук (специальность 1.3.10 – «Физика низких температур»), ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», **в своем положительном отзыве**, подписанном Мельниковым Александром Сергеевичем, доктором физико-математических наук, заведующим отделом физики сверхпроводников ИФМ РАН, и утвержденном директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики имени А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», доктором физико-математических наук, академиком РАН Денисовым Григорием Геннадьевичем, **указала**, что диссертация Ильнура Илхамовича Гимазова «Исследование короткоживущих возбуждений в купратных и железосодержащих сверхпроводниках» является завершенным научным трудом и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Гимазов И.И., **достоин** присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика магнитных явлений».

В отзыве отмечено, что диссертационная работа Гимазова И.И. демонстрирует высокую квалификацию автора как физика-экспериментатора и является существенным вкладом в развитие физики сверхпроводников. Все поставленные задачи решены на высоком уровне, цели достигнуты и соответствуют положениям, выносимым на защиту. Полученные результаты диссертации представляются достоверными и научно обоснованными, обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью.

В отзыве указаны следующие замечания:

1. Действительно, наблюдаемые в экспериментах расхождения (глава 2) в температурных зависимостях микроволнового поглощения и сопротивления, измеренного на постоянном токе, скорее всего связаны с тем, что в микроволновое поглощение дают вклады токи, протекающие в направлении перпендикулярном сверхпроводящим слоям. С этими же вкладами, по-видимому, связан пик в температурной зависимости микроволнового поглощения. Однако, интерпретация эта носит все же довольно качественный характер и было бы желательно выполнить количественное сравнение измеренных зависимостей с предсказаниями теории сверхпроводящих флуктуаций. Насколько известный механизм роста сопротивления за счет

флуктуационных поправок к плотности состояний способен объяснить наблюдаемый пик на температурной зависимости микроволнового поглощения?

2. Аналогичное замечание может быть сделано к главе 3, где аргументы о разделении вкладов сверхпроводящих флуктуаций и вкладов, связанных с рассеянием носителей на волнах зарядовой плотности, также носят только качественный характер и не сопровождаются сравнением с известными теоретическими расчетами (на которые ссылается автор).

3. Имея ввиду общую ориентацию диссертации на сверхпроводящую тематику, было бы желательно прокомментировать результаты главы 4 по измерению характеристик спиновых флуктуаций в исследуемых соединениях в контексте их возможного влияния на сверхпроводящее состояние.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 28 работах, в том числе 8 (восемь) – в научных журналах, рекомендованных ВАК для опубликования материалов диссертационных исследований и индексируемых базой данных «Web of Science». Публикации по материалам диссертации полностью отражают ее содержание.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Gimazov, I. I. Superconducting fluctuations above critical temperature in the  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+y}$  as revealed by microwave absorption / I.I. Gimazov, V.O. Sakhin, Yu.I. Talanov, T. Adachi, T. Noji, Y. Koike // *Appl. Magn. Reson.* – 2017. – V.48. – Number 7. – 861.

2. Gimazov, I. I. Microwave Absorption by charge Density Waves in  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  / I.I. Gimazov, T. Adachi, K. Omori, Y. Koike, Yu.I. Talanov // *JETP Letters.* – 2018. – Vol.108. – 675.

3. Gimazov, I. I. Short-lived electron excitations in  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  as revealed by microwave absorption / I.I. Gimazov, N.M. Lyadov et al., // *JETP.* – 2019. – Vol.156. – 98.

4. Gimazov, I. I. Fluctuations of various order parameters in cuprate and Fe-based superconductors as revealed by microwave absorption measurements / I.I. Gimazov, Yu.I. Talanov et al., // *Magn. Reson. Solids.* – 2019. – Vol.21. – 19305.

5. Гимазов, И.И. Изменение критической температуры халькогенидов железа под влиянием примесных фаз и сверхстехиометрического железа / И.И. Гимазов и др. // *Письма в ЖЭТФ* – 2021. – Том.113. – 7. – 450.

6. Gimazov, I. I. Temporal Spinodal Decomposition of the  $\text{Fe}_{1+y}\text{Te}_{1-x}\text{Se}_x$  Crystals and its Impact on Superconducting Properties / I.I. Gimazov, N.M. Lyadov, Yu.I. Talanov et al., // *Phys. Stat. Sol. B* – 2022. – 2100646.

7. Talanov Y. Features of  $\text{EuFe}_2\text{As}_2$  Magnetic Structure Revealed by ESR / Y. Talanov, I. Gimazov, R. Zaripov et al., // *Appl Magn Reson* – 2023. – Vol.54. – 527.

8. Таланов, Ю. И. Исследование нематичности антиферромагнитного состояния в  $\text{EuFe}_2\text{As}_2$  с помощью магнитных и магниторезонансных измерений / Ю.И. Таланов, И.И. Гимазов, Р.Б. Зарипов и др., // *Письма в ЖЭТФ* – 2023. – Том.117. – Вып. 6. – 464.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На автореферат диссертации поступили отзывы из:

- Из ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» от д.ф.-м.н., профессора кафедры фотоники и линий связи Давыдова В.В. Отзыв положительный (замечания: не лишним было бы привести схему измерительной системы для основного метода измерения, а именно для метода микроволнового поглощения. Кроме того, на рис. 1 необходимо разместить ось ординат со

значениями для магнитной восприимчивости и микроволнового поглощения, что упростило бы понимание результатов);

- Из ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» от д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника Института физики микроструктур РАН Аладышкина А.Ю. Отзыв положительный (замечания: 1. По всей видимости для монокристаллов  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_{8+y}$  диссертант не проводил дополнительных структурных исследований для получения независимой информации об уровне допирования. Как тогда диссертант оценивал параметр  $p$  и строил диаграмму «критическая температура – уровень допирования» (рис. 2) для исследуемых кристаллов? Насколько эти способы надежны и как их результаты согласуются с данными прямых структурных исследований? 2. Случайно или нет, что подгоночный параметр  $\tau_0 = (2.1 * 0.5) \times 10^{-10}$  с в формуле (2) соответствует частоте  $1/\tau_0 = 4.8$  ГГц, которая близка к половине частоты измерения в вашей установке (9.8 ГГц)? Есть ли основания считать, что это не артефакт измерительной схемы? 3. С какими физическими параметрами сверхпроводника можно связать характерное время жизни флуктуационных состояний? Зависит ли время жизни флуктуационных состояний от температуры?);
- Из ФГБУН Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук от к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника Николаева Е.Г. Отзыв положительный, замечаний нет.

**Обоснование выбора официальных оппонентов и ведущей организации:**

**Рязанов Валерий Владимирович**, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»), профессор, заведующий лабораторией сверхпроводниковой наноэлектроники в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» является крупным специалистом в области сильно коррелированных систем и сверхпроводниковой наноэлектроники.

**Глазков Василий Николаевич**, доктор физико-математических наук (специальность 1.3.10 «Физика низких температур»), ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук является высококвалифицированным специалистом в области квантовой физики и магнитного резонанса в конденсированных средах.

Официальные оппоненты широко известны своими достижениями в данных отраслях науки, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонируемой диссертации.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», известно своими разработками и исследованиями в области физики сверхпроводников и сверхпроводниковой электроники. Многочисленные работы его сотрудников в области оппонируемой диссертации свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представленные автором для защиты.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

В диссертационной работе установлены границы области существования флуктуаций сверхпроводящего параметра порядка и волн зарядовой плотности на фазовой диаграмме купратных сверхпроводников «температура–концентрация носителей заряда».

В пниктидах железа с европием сделана оценка поля анизотропии в  $ab$  плоскости, установлено наличие магнитных доменов и определен тип магнитной анизотропии в базисной плоскости этих кристаллов. Впервые установлена размерность магнитных корреляций в кристаллах  $\text{EuFe}_2\text{As}_2$  вблизи перехода в магнитоупорядоченное состояние и определены параметры критического поведения магнитной системы ионов европия.

Впервые в халькогенидах железа методом сравнительного анализа данных, полученных на низких и высоких частотах, выделены две области температур, где предполагается наличие изотропных и анизотропных спиновых флуктуаций.

**Практическая и теоретическая значимость** исследования обоснованы тем, что результаты данной работы могут быть применены при подборе сверхпроводников для практического применения. В частности, фазовая диаграмма высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) позволяет выбрать оптимальный уровень допирования для получения максимальной критической температуры. Полученные в настоящей работе сведения об области существования флуктуаций сверхпроводящего параметра порядка на фазовой диаграмме могут быть использованы при выборе направления поиска путей улучшения свойств ВТСП материалов. Дополнение фазовой диаграммы купратных сверхпроводников данными о волнах зарядовой плотности позволяет выявить области конкуренции сверхпроводимости и волн зарядовой плотности (ВЗП), а также определить концентрацию носителей заряда с максимально возможной температурой существования ВЗП, что может быть полезно при создании устройств с применением высокотемпературных сверхпроводников.

Полученные результаты являются значимыми также для развития теоретического описания фундаментальных свойств высокотемпературных сверхпроводников. Наличие сведений о параметре порядка короткоживущих возбуждений может быть полезным в определении взаимосвязи между сверхпроводимостью и другими упорядоченными фазами.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что соискателем были использованы независимые методы сбора и обработки данных для исследования зарядовых и магнитных флуктуаций в

высокотемпературных сверхпроводниках. Сравнение результатов, полученных разными методами, между собой и с литературными данными показало их хорошее согласие.

Достоверность представленных в диссертации результатов подтверждается их воспроизводимостью, согласованностью с результатами других авторов, использованием надежного сертифицированного оборудования и стандартных математических методов обработки экспериментальных данных.

Основные результаты диссертационного исследования представлены в ведущих отечественных и зарубежных научных изданиях, а также апробированы на российских и международных конференциях.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что все материалы и результаты, вошедшие в данную диссертационную работу, подготовлены либо лично автором, либо совместно с соавторами работ, опубликованных по теме диссертации.**

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. На все заданные в ходе заседания вопросы Гимазов И.И. дал аргументированные ответы.

**Диссертационная работа Гимазова Ильнура Илхамовича является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение научных и практических задач по изучению зарядовых и магнитных флуктуациях в высокотемпературных сверхпроводниках, имеющей значение для развития фундаментальных знаний в области физики конденсированного состояния. Работа удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденных постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 11.09.2021 г., № 1539, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.**

На заседании 06 марта 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Гимазову Ильнуру Илхамовичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 – Физика магнитных явлений.

При проведении тайного голосования участвующие в заседании члены диссертационного совета в количестве 14 человек, из которых 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из общего числа 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук, академик РАН

 С.А.Никитов

Ученый секретарь диссертационного совета, доктор  
физико-математических наук

 И.Е.Кузнецова

«06» марта 2024 г.

