

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.140.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКИХ  
ПРОБЛЕМ ИМ. П.Л. КАПИЦЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «01» марта 2023 г., протокол № 163.

**О присуждении Глазкову Василию Николаевичу, гражданину  
Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.**

Диссертация «Электронный спиновый резонанс в низкотемпературных парамагнетиках» по специальности 1.3.10 – «Физика низких температур» принята к защите 28 ноября 2022 г. (протокол заседания № 162) диссертационным советом 24.1.140.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук (ИФП РАН), 119334, г. Москва, ул. Косыгина, д. 2, совет создан на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 апреля 2012 г. № 105/нк.

Соискатель Глазков Василий Николаевич, 1975 г. рождения, в 1998 г. окончил Московский Физико-Технический Институт по специальности «Прикладные математика и физика», в 2003 г. Глазкову В. Н. присуждена учёная степень кандидата физико-математических наук. В настоящее время работает в ИФП РАН в должности старшего научного сотрудника.

Диссертационная работа В. Н. Глазкова посвящена исследованиям низкотемпературных парамагнетиков - спиновых систем, которые в силу различных особенностей устройства обменных связей остаются в парамагнитном

состоянии вплоть до очень низких температур. Такое низкотемпературное парамагнитное состояние спиновой системы аналогично особому состоянию квантовых жидкостей  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$ , где в широкой области температур выше переходов в сверхтекучие состояния наблюдаются сильные эффекты квантового вырождения.

Свойства низкотемпературных парамагнетиков исследованы В.Н. Глазковым экспериментально на примере представительного ряда систем: двумерные ( $(\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2)\text{Cu}_2\text{Cl}_6$ ) и трёхмерные ( $\text{TlCuCl}_3$ ) димерные спиновые системы, соединения с геометрией обменных связей типа "спиновая лестница" ( $(\text{C}_7\text{H}_{10}\text{N}_2)_2\text{CuBr}_4$ ) и "спиновая трубка" ( $\text{Cu}_2\text{Cl}_4 \cdot \text{H}_8\text{C}_4\text{SO}_2$ ), цепочки спинов  $S=1$  халдейновского ( $\text{PbNi}_2\text{V}_2\text{O}_8$ ) и димеризованного типа ( $\text{Ni}(\text{C}_9\text{H}_{24}\text{N}_4)\text{NO}_2\text{ClO}_4$ ) и цепочки спинов  $S=1$  с сильной анизотропией ( $\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{SC}(\text{NH}_2)_2$ ). Соединения этого ряда были ранее охарактеризованы различными экспериментальными методами, что открыло возможность обнаружения и исследования как общих физических свойств низкотемпературных парамагнетиков с различными параметрами, так и их индивидуальных особенностей.

Основным методом исследования в работе является электронный спиновый резонанс (ЭСР). Спецификой проведенных экспериментальных исследований является проведение экспериментов в очень широком интервале частот (от 5 ГГц до 300 ГГц), температур (от 0.4 К до 300 К) и полей (до 12 Тл). Часть приборов для проведения этих исследований была изготовлена при участии В. Н. Глазкова.

Использование методики многочастотной ЭСР-спектроскопии и доступный интервал температур и магнитных полей позволили обнаружить и различить сигналы магнитного резонанса от коллективных триплетных возбуждений, "запрещённых" синглет-триплетных переходов и антиферромагнитного резонанса в индуцированной полем антиферромагнитно-упорядоченной фазе. Наблюдения такого типа проведены во всем ряде исследованных низкотемпературных парамагнетиков, что показывает общность используемой для их описания физической модели. Экспериментальные результаты сравниваются с теорией, предложенной Фарутиным и Марченко [ЖЭТФ, 2007], и в большинстве случаев согласуются с этой теорией. Соискателем также предложено оригинальное теоретическое описание антиферромагнитного резонанса в индуцированной

магнитным полем антиферромагнитно упорядоченной фазе системы цепочек спинов  $S=1$  с сильной анизотропией.

Диссертация была выполнена в ИФП РАН.

Официальными оппонентами выступили:

- Грановский Александр Борисович, д.ф.-м.н., профессор, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова" (МГУ им. М.В.Ломоносова).
- Демидов Виктор Владимирович, д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова Российской Академии Наук.
- Сыромятников Арсений Владиславович, д.ф.-м.н, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ)

Все оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию с незначительными замечаниями.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук" " в своем положительном отзыве, составленном Ерёминой Рушаной Михайловной, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником Лаборатории радиоспектроскопии диэлектриков КФТИ - обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, Тарасовым Валерием Федоровичем, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником Лаборатории радиоспектроскопии диэлектриков КФТИ - обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, и утвержденном Директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской

академии наук" " член-корреспондентом РАН доктором физико-математических наук Калачёвым Алексеем Алексеевичем, указала, что выполненная на современном уровне научных исследований диссертационная работа В. Н. Глазкова удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.10 – “Физика низких температур”.

Соискатель имеет 64 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 15 работ. Все работы по теме диссертационного исследования опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в базу данных Web of Science.

Список научных работ по теме диссертации:

1. Глазков В.Н., *Антиферромагнитный резонанс в спин-щелевом магнетике с сильной одноионной анизотропией*, Письма в ЖЭТФ **112**, 688 (2020)
2. Глазков В.Н., *Магнитный резонанс в коллективных парамагнетиках с щелевым спектром возбуждений*, ЖЭТФ **158**, 57 (2020)
3. Yu.V.Krasnikova, V.N.Glazkov, A.Ponomaryov, S.Zvyagin, K.Yu.Povarov, S.Galeski, A.Zheludev, *Electron spin resonance study of spin relaxation in the strong-leg spin ladder with non-magnetic dilution*, Phys.Rev.B **100**, 144446 (2019)
4. V.N.Glazkov, Yu.V.Krasnikova, D.Huvonen, A.Zheludev, *Formation of the  $S = 1$  paramagnetic centers in the bond-diluted spin-gap magnet*, J.Phys:Cond.Matter **28**, 206003 (2016)
5. V.N.Glazkov, M.Fayzullin, Yu.Krasnikova, G.Skoblin, D.Schmidiger, A.Zheludev, *ESR study of the spin ladder with uniform Dzyaloshinskii-Moriya interaction*, Phys.Rev.B **92**, 184403 (2015)
6. V.N.Glazkov, G.Skoblin, D.Huvonen, T.S.Yankova, A.Zheludev, *Formation of gapless triplets in the bond-doped spin-gap antiferromagnet  $(C_4H_{12}N_2)(Cu_2Cl_6)$* , J.Phys:Cond.Matter **26**, 486002 (2014)

7. V.N.Glazkov, T.S.Yankova, J.Sichelschmidt, D.Huvonen, A.Zheludev, *Electron spin resonance study of anisotropic interactions in a two-dimensional spin gap magnet PHCC*, Phys.Rev.B **85**, 054415 (2012)
8. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, A.Zheludev, B.C.Sales, *Modes of magnetic resonance of the  $S = 1$  dimer chain compound NTENP*, Phys.Rev.B **82**, 184406 (2010)
9. S.A.Zvyagin, J.Wosnitza, A.K.Kolezhuk, V.S.Zapf, M.Jaime, A.Paduan-Filho, V.N.Glazkov, S.S.Sosin, and A.I.Smirnov, *Spin dynamics of  $NiCl_2-4SC(NH_2)_2$  in the field-induced ordered phase*, Phys.Rev.B **77**, 092413 (2008)
10. A.I.Smirnov, V.N.Glazkov, T.Kashiwagi, S.Kimura, M.Hagiwara, K.Kindo, A.Ya.Shapiro, and L.N.Demianets, *Triplet spin resonance of the Haldane magnet  $PbNi_2V_2O_8$  with interchain coupling*, Phys.Rev.B **77**, 100401(R) (2008)
11. А.И.Смирнов, В.Н.Глазков, *Мезоскопические спиновые кластеры, фазовое разделение и индуцированный порядок в спин-щелевых магнетиках*, ЖЭТФ **132**, 984 (2007)
12. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, A.Kolezhuk, H.Tanaka, A.Oosawa, *Low-energy dynamics of the spin-gap magnet  $TlCuCl_3$  at the critical field*, J.Magn.Magn.Mat **310**, e454 (2007)
13. A.I.Smirnov, V.N.Glazkov, *Magnetic resonance of collective states in spin-gap magnets*, J.Magn.Magn.Mat **300**, 216 (2006)
14. A.K.Kolezhuk, V.N.Glazkov, H.Tanaka, and A.Oosawa, *Dynamics of an anisotropic spin dimer system in a strong magnetic field*, Phys.Rev.B **70**, 020403 (2004)
15. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, H.Tanaka, A.Oosawa, *Spin-resonance modes of the spin-gap magnet  $TlCuCl_3$* , Phys.Rev.B **69**, 184410 (2004)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен их большим опытом и достижениями в данной области науки. А. Б. Грановский - профессор кафедры магнетизма МГУ, специалист в физике магнитных явлений, В. В. Демидов – в.н.с. ИРЭ РАН, специалист в области исследования магнитных явлений методом электронного спинового резонанса, А. В. Сыромятников - в.н.с. НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, физик-теоретик, активно работающий

над современными проблемами физики спиновых систем, Казанский физико-технический институт им. Е. К. Завойского - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, является одной из ведущих организаций в России в области магнитно-резонансной спектроскопии, что позволяет им правильно оценить научную и практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Диссертационный совет отмечает наиболее важные результаты диссертационной работы В. Н. Глазкова:

- обнаружена тонкая структура спектра триплетных возбуждений низкотемпературного парамагнетика;
- обнаружены неголдстоуновские моды магнитного резонанса в индуцированной полем антиферромагнитно упорядоченной фазе низкотемпературных парамагнетиков;
- обнаружен эффект "инверсии" анизотропии при переходе из низкополевой парамагнитной фазы в высокополевую антиферромагнитно упорядоченную фазу;
- обнаружены различные режимы спиновой релаксации в низкотемпературных парамагнетиках как в низкотемпературном квазичастичном режиме, так и в высокотемпературном;
- обнаружен эффект возникновения парамагнитных центров со спином  $S=1$  при немагнитном разбавлении низкотемпературного парамагнетика;
- создано аналитическое описание антиферромагнитного резонанса в индуцированной магнитным полем антиферромагнитно упорядоченной фазе системы цепочек спинов  $S=1$  с сильной анизотропией

Результаты диссертационной работы В. Н. Глазкова являются новыми и важными для физики низких температур, вносят большой вклад в понимание физических свойств низкотемпературных парамагнетиков. Наиболее важным результатом является обнаружение сигнала антиферромагнитного резонанса в индуцированной полем упорядоченной фазе низкотемпературных парамагнетиков и экспериментальное определение связи характеристик наблюдаемой

неголдстоуновской моды с тонкой структурой спектра триплетных возбуждений в низкополевой парамагнитной фазе. Представленные результаты могут использоваться при дальнейшем изучении низкотемпературных парамагнетиков.

Полученные экспериментальные данные стимулируют дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования низкотемпературных парамагнетиков. Работа В. Н. Глазкова демонстрирует наличие общей физической картины наблюдаемых в низкотемпературных парамагнетиках, а также поднимает вопросы, которые могут послужить дальнейшему развитию теории и эксперимента в подобных соединениях.

Все полученные результаты являются новыми и хорошо обоснованными теорией или качественными рассуждениями. Их достоверность не вызывает сомнения и обеспечивается применением эффективных экспериментальных методов исследования, сравнением данных, полученных различными методами, их многократной повторяемостью, аккуратной обработкой экспериментальных данных и тщательным анализом погрешностей. Обоснованность определяется глубоким и всесторонним анализом результатов на базе имеющихся теоретических моделей. Совокупность полученных результатов и их анализа является научным достижением в области физики низких температур.

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы в ведущих научных центрах России, где ведутся исследования в области физики низких температур, физики магнитных явлений и магнитно-резонансной спектроскопии, таких как ИФП РАН, ИФТТ РАН, ИТФ РАН, РАН, МГУ, ИОФ РАН, ФИАН, СПбГУ, НИЦ "Курчатовский институт" и др.

Соискателю принадлежит главная роль в постановке задач исследования, проведении большинства измерений, обработке экспериментальных данных, анализе результатов измерений, написании статей и представлении материалов диссертации на конференциях международного уровня.

На заседании «1» марта 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить В. Н. Глазкову ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 1.3.10 – «Физика низких температур».

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за - 17, против - 0, не голосовавших - 0.

Председатель

диссертационного совета,

доктор физико-математических наук,

профессор, академик



*А.Ф. Андреев*

А.Ф. Андреев

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат физико-математических наук

*А.Н. Юдин*

А.Н. Юдин

«02» марта 2023 г.