

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 апреля 2025 г. № 84

О присуждении Журенко Сергею Викторовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «ЯМР спектроскопия геликоидальных и холдейновских магнетиков» по специальности 1.3.8 — Физика конденсированного состояния принята к защите 03 февраля 2025 года, (протокол заседания № 79) диссертационным советом 24.1.262.01, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Журенко Сергей Викторович, 7 августа 1989 года рождения, в 2020 году окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ) по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» по профилю образовательной программы «Физика низких температур». С 2020 года обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН) по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия, по специальности 01.04.07. – Физика конденсированного состояния и закончил её в 2024 году. Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2024 г. С 2018 года

является сотрудником ФИАН. В настоящее время работает в должности высококвалифицированного научного сотрудника лаборатории ЯМР твёрдого тела Криогенного отдела отделения Физики твёрдого тела ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор Гиппиус Андрей Андреевич, специалист мирового уровня в области спектроскопии ядерного магнитного и ядерного квадрупольного резонанса конденсированных сред и наноструктур, работает в должности профессора Кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ), по совместительству высококвалифицированный главный научный сотрудник Лаборатории ЯМР твёрдого тела Отделения физики твёрдого тела ФИАН.

Диссертация Журенко С. В. выполнена в лаборатории ЯМР твёрдого тела Отделения физики твёрдого тела ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Геращенко Александр Павлович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории Кинетических явлений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (ИФМ УрО РАН);
2. Свистов Леонид Евгеньевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук (ИФП РАН)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский

научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КазНЦ РАН), город Казань, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук Вавиловой Евгенией Леонидовной, старшим научным сотрудником отдела физики перспективных материалов Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского - обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН, кандидатом физико-математических наук Хантимеровым Сергеем Мансуровичем, руководителем Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН и утвержденном членом-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук Калачёвым Алексеем Алексеевичем, директором ФИЦ КазНЦ РАН, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей всем требованиям к кандидатским диссертациям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель Журенко С. В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8– Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 95 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, опубликовано 4 работы.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Журенко С. В. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. А. А. Гиппиус, С. В. Журенко, N. Büttgen, M. Schädler, И. В. Морозов, А. С. Москвин. «ЯМР-исследование магнитной структуры и сверхтонких взаимодействий в бинарном гелимагнетике FeP» // Физика твердого тела, 2019 61(5):836–840. DOI: 10.21883/ftt.2019.05.47576.23f

2. A. A. Gippius, A. V. Tkachev, S. V. Zhurenko, A. V. Mahajan, N. Büttgen, M. Schaedler, I. O. Chernyavskii, I. V. Morozov, S. Aswartham, B. Büchner, A. S. Moskvina. «NMR study of magnetic structure and hyperfine interactions in the binary helimagnet FeP» // Physical Review B 2020, 102, 21, 214416. DOI: 10.1103/PhysRevB.102.214416

3. A. S. Samarin, I. A. Trussov, Z. V. Pchelkina, S. S. Fedotov, Y. A. Ovchenkov, S. V. Zhurenko, A. V. Tkachev, A. A. Gippius, L. V. Shvanskaya, A. N. Vasiliev. «Lamellar Crystal Structure and Haldane Magnetism in $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$ » // Angewandte Chemie - International Edition 2024, 63, 3, e202316719. DOI: 10.1002/ange.202316719

4. A. Sh. Samarin, S. S. Fedotov, H. -J. Koo, M. -H. Whangbo, A. A. Gippius, S. V. Zhurenko, A. V. Tkachev, L. V. Shvanskaya, A. N. Vasiliev. «Observation of Haldane Magnetism in Metal-Organic Magnet $(\text{enH}_2)_0.5\text{VPO}_4\text{OH}$ » // Dalton Trans., 2024, 53, 15842-15848. DOI: 10.1039/D4DT01675K

На автореферат диссертации поступили отзывы от кандидата физико-математических наук Вяслева Олега Муратовича, ведущего научного сотрудника, заведующего Лабораторией сверхпроводимости Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики твёрдого тела имени Ю. А. Осипьяна Российской академии наук» (ИФТТ РАН) и от кандидата физико-математических наук Старчикова Сергея Сергеевича, ведущего научного сотрудника Лаборатории материалов с сильными электронными корреляциями и экстремальных состояний вещества Отдела кристаллофизики Отделения Институт кристаллографии им А.В. Шубникова Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники НИЦ «Курчатовский институт» (Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт").

В отзыве кандидата физико-математических наук Вяслева Олега Муратовича отмечено, что в работе достигнуты результаты, обладающие новизной и практической значимостью. Указаны замечания к работе: (1)

недостаточно ясная подпись к Таблице 1 и (2) наличие в разделе «Основные результаты работы» ряда утверждений, относящихся к холдейновским цепочкам, которые не обоснованы в материалах, представленных в автореферате. Данные замечания, как отмечено в отзыве, не носят принципиального характера и не снижают высокой научной значимости работы.

В отзыве кандидата физико-математических наук Старчикова Сергея Сергеевича отмечено, что «автором проделан большой объем исследовательской работы и получен ряд крайне интересных с фундаментальной точки зрения результатов».

В отзывах на автореферат кандидатов физико-математических наук Вяселева О. М. и Старчикова С. С. указано, автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области ЯМР спектроскопии магнитных систем, а ведущей организации – ее репутацией признанного научного центра радиоспектроскопии конденсированного состояния.

Диссертационная работа Журенко С. В. посвящена исследованию геликоидальных магнетиков на основе фосфида железа и двух новых металлоорганических соединений на основе ванадия: $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$ и $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$ (en = Этилендиамин (1,2-диаминоэтан) $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на ядрах ^{31}P .

Актуальность темы диссертации обусловлена интересом к выяснению фундаментальных статических и динамических свойств исследуемых систем. Работа актуальна и с прикладной точки зрения, поскольку геликоидальные магнетики в настоящее время активно исследуются с точки зрения применения их в спинтронных устройствах, а холдейновские для применения в квантовых вычислениях.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. В соединение FeP в полях 4 - 7 Тл обнаружен спин-реориентационный переход.

2. Для анализа сложной структуры спектров ЯМР, диссертантом разработана и успешно применена феноменологическая модель фазового разделения на зависящие от поля ориентированную и неориентированную фракции.

3. Показано, что все экспериментальные ЯМР спектры FeP могут быть описаны в рамках модели двойной изотропной гармонической геликоиды в кристаллографической плоскости *ab*.

4. Установлен эффект стабилизации магнитной геликоиды FeP при 10%-ом замещении фосфора на мышьяк.

5. Подробно исследованы металлоорганические соединения $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$ и $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$, содержащие квази-одномерные цепочки ионов V^{3+} со спином $S = 1$. Методом ЯМР доказано холдейновское поведение. Определено значение щели в поле 9 Тл: 34.6 К в $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$ и 48.4 К в $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$.

6. Показано, что в исследованных холдейновских магнетиках, при низких температурах наблюдается спин-стекольное поведение, обусловленное концевыми спинами холдейновской цепочки. При этом установлено, что сегменты спиновой цепочки Холдейна $S = 1$ в $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$ намного длиннее, чем в его аналоге $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$.

Новизна полученных автором результатов состоит в следующем:

- Впервые методом ЯМР детально исследована магнитная структура бинарного гелимагнетика FeP и твёрдого раствора $\text{FeP}_{0.9}\text{As}_{0.1}$.

- Впервые обнаружен спин-реориентационный переход в FeP, а также показано его подавление небольшим (10%) изовалентным замещением фосфора на мышьяк.

- Для объяснения эволюции формы ЯМР-спектров диссертантом впервые предложена и успешно применена феноменологическая модель пространственного перераспределения локальных полей на ядре немагнитного иона, вызванного искажением геликоида и спин-реориентационным переходом.

- Впервые охарактеризованы и исследованы новые металлоорганические соединения на основе иона V^{3+} NH_4VPO_4OH и $(enH_2)_{0.5}VPO_4OH$. Методом ЯМР показано, что данные соединения проявляют признаки холдейновских цепочек и определены величины холдейновской щели в соединениях NH_4VPO_4OH и $(enH_2)_{0.5}VPO_4OH$.

- Впервые исследовано основное состояние NH_4VPO_4OH и $(enH_2)_{0.5}VPO_4OH$; установлено, что $(enH_2)_{0.5}VPO_4OH$ значительно ближе к идеальной цепочке Холдейна.

Результаты, полученные в ходе данной работы, вносят вклад в фундаментальную науку, расширяя знания о геликоидальных и низкоразмерных магнитных системах. Это представляет значительный интерес для физики конденсированного состояния и может в перспективе способствовать созданию новых материалов для спинтроники и квантовых вычислений.

Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы в исследованиях низкоразмерных магнитных систем, которые проводятся в таких организациях, как, Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна Российской академии наук, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук, Казанский научный центр Российской академии наук, Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ — ВНИИЭФ), Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), Российский квантовый центр, Сколковский институт науки и технологий, Объединенный институт ядерных исследований, Московский государственный

университет имени М.В. Ломоносова, Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН.

Достоверность и обоснованность результатов, представленных в диссертации, обеспечена проведением экспериментов на современном научном оборудовании, использовании высококачественных реперов и образцов, применении хорошо апробированных методов и соответствием экспериментальных результатов теоретическим моделям, развитых диссертантом.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Журенко С. В., получены лично автором, либо при его непосредственном участии. Автор принимал участие в разработке и создании спектрометров ЯМР и ЯКР, проведении всех ЯМР измерений, обработке полученных данных, их анализе и интерпретации, а также в подготовке публикаций. Подготовка публикаций проводилась совместно с соавторами, при этом вклад соискателя был определяющим.

В ходе защиты соискатель Журенко С. В. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации, оппонентов и автора отзыва на автореферат.

На заседании 21 апреля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Журенко С. В. учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи по анализу магнитной структуры фосфида железа и установлению холдейновского поведения двух новых металлоорганических соединений, что имеет важное значение для развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 21 человека, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.8 — Физика конденсированного состояния),

участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени 21,
против присуждения учёной степени 0,
недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного совета
член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Пудалов Владимир Моисеевич

Учёный секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

21 апреля 2025 г.