

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 5 июня 2023 г № 49

О присуждении Гервиц Наталье Евгеньевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности пространственной спин-модулированной структуры в соединениях на базе феррита висмута» по специальности 1.3.8 — Физика конденсированного состояния принята к защите 3 апреля 2023 года (протокол заседания № 46) 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 Гервиц Наталья Евгеньевна, 27 декабря 1987 года рождения, в 2010 году окончила Физический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ) по специальности «Физика конденсированного состояния вещества». В 2013 году Н.Е. Гервиц окончила аспирантуру МГУ. Справка № 26-22 о сдаче кандидатских экзаменов (физика конденсированного состояния, история и философия науки, английский язык) выдана ФИАН 12.10.2022. С 2018 года является сотрудником ФИАН. В настоящее время работает в должности высококвалифицированного научного сотрудника в Лаборатории ЯМР твердого тела.

Диссертационная работа Н. Е. Гервиц выполнена в Отделении физики твердого тела ФИАН.

Научный руководитель: д.ф.-м.н. Гиппиус Андрей Андреевич, профессор Физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», по совместительству высококвалифицированный главный научный сотрудник Лаборатории ЯМР твердого тела ОФТТ ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Михалев Константин Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией кинетических явлений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург);
2. Вавилова Евгения Леонидовна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики ферроиков и функциональных материалов 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» (г. Казань)

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук, Московская область, город Черноголовка, в своем положительном отзыве, подписанном кандидатом физико-математических наук Вяселевым Олегом Муратовичем, старшим научным сотрудником Лаборатории сверхпроводимости ИФТТ РАН и доктором физико-математических наук Рязановым Валерием Владимировичем, заведующим Лабораторией сверхпроводимости ИФТТ РАН, и утвержденном доктором физико-

математических наук, членом-корреспондентом РАН Левченко Александром Алексеевичем, директором ИФТТ РАН, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 60 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликованы 4 работы.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Н. Е. Гервиц работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Gippius A.A., Tkachev A.V., Gervits N.E., Pokatilov V.S., Konovalova A.O., Sigov A.S. Evolution of spin-modulated magnetic structure in multiferroic compound $\text{Bi}_{(1-x)}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ // *Solid State Communications*. – 2012. – V. 152. – I. 6. – P. 552-556.
2. Pokatilov V.S., Makarova A.O., Gippius A.A., Tkachev A.V., Zhurenko S.V., Bagdinova A.N., Gervits N.E. Evolution of spatial spin-modulated structure with La doping in $\text{Bi}_{1-y}\text{La}_y\text{FeO}_3$ multiferroics // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2021. – V. 517. – P. 167341.
3. Gervits N.E., Tkachev A.V., Zhurenko S.V., Gunbin A.V., Pokatilov V.S., Gippius A.A. «Zero-field ^{57}Fe NMR in BiFeO_3 based compounds: Problems, solutions and application to $\text{Bi}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3$ » // *Solid State Communications*. – 2022. – V. 344. – P. 114682.
4. Gervits N.E., Tkachev A.V., Zhurenko S.V., Gunbin A.V., Gippius A.A., Makarova A.O., Pokatilov V.S. «Emergence of collinear magnetic structure in

На автореферат диссертации поступили отзывы от доктора физико-математических наук Ховайло Владимира Васильевича, профессора кафедры Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»» и доктора химических наук, ведущего научного сотрудника Лаборатории химии легких элементов и кластеров Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН Кравченко Элеоноры Александровны. В отзыве Ховайло В.В. отмечается, что работа представляет как фундаментальный, так и практический интерес, а исследования являются актуальными для поиска новых решений в областях компьютерных и телекоммуникационных технологий. В отзыве указано, что, судя по автореферату, диссертационная работа отвечает требованиям к работам такого рода и соответствует паспорту специальности 1.3.8 — Физика конденсированного состояния. В отзыве Кравченко Э. А. отмечается высокая степень актуальности исследования для фундаментальной физики конденсированного состояния и возможность практического применения, а также внимание к деталям эксперимента и хороший уровень апробации диссертационной работы. В отзыве сделано 2 замечания (необъясненное обозначение и неудачная ориентация осей на рисунке). По словам автора отзыва, эти замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. В отзыве указано, что, судя по автореферату, диссертационная работа, несомненно, соответствует уровню требований, предъявляемых к кандидатской диссертации, а ее автор, Гервиц Наталья Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в физике конденсированного состояния и ЯМР-спектроскопии, а выбор ведущей организации – ее репутацией признанного научного центра, проводящего исследования в области физики твердого тела.

Диссертационная работа Н.Е. Гервиц посвящена исследованию свойств пространственной спин-модулированной структуры (ПСМС) соединений на базе феррита висмута методом ЯМР, а также мессбауэровской и рентгеновской спектроскопии и магнитометрии.

Исследования, выполненные в диссертационной работе Н.Е. Гервиц, являются актуальными и имеют практическое значение, поскольку способствуют более четкому пониманию чувствительности ПСМС к разным типам замещений, а также связи ПСМС с макроскопическими магнитными и электрическими свойствами, что позволит разрабатывать и синтезировать новые мультиферроики с высокими параметрами магнитоэлектрического эффекта и обменного смещения для записи и хранения информации.

Проведенные исследования представляют также фундаментальный интерес, так как в работе экспериментально установлена резкая смена типа анизотропии и переход к коллинеарной структуре при замещении висмута на тербий, ранее не наблюдавшиеся, а также смена типа анизотропии и значительное обменное смещение для нанокристаллитов феррита висмута с размерами вблизи периода циклоиды.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Замещение атомов висмута в феррите висмута лантаном, тербием и стронцием в пределах до 10% не вызывает изменения диапазона локальных магнитных полей на ядрах ^{57}Fe при 4.2 К.

2. На спектрах соединений феррита висмута с замещением атомов висмута в феррите висмута лантаном, тербием или стронцием присутствует помимо основного спектра дополнительная линия на более высокой частоте, связанная с атомами железа, в ближайшем окружении которых есть замещающие атомы.

3. Замещение висмута лантаном в BiFeO_3 при $T = 4.2$ К вызывает уменьшение параметра ангармонизма ПСМС при сохранении типа анизотропии «легкая ось» до 10% содержания лантана включительно.

4. Увеличение уровня замещения феррита висмута стронцием в диапазоне 0–16 % вызывает рост объема фазы без ПСМС без влияния на параметр анизотропии начальной фазы.

5. Замещение 1.5% атомов Tb приводит к изменению типа анизотропии с «легкой оси» на «легкую плоскость».

6. Замещение 8.5% атомов Tb приводит к вырождению ПСМС, и магнитная структура становится коллинеарной при сохранении ромбоэдрической кристаллической структуры.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Новизна обусловлена тем, что:

- В процессе работы был изучен и проанализирован опыт ЯМР-исследования соединений на базе феррита висмута, в результате чего были найдены уникальный подход, позволяющий избежать искажения спектра благодаря использованию разработанного в процессе исследований протокола измерений;

- Впервые проведены ЯМР-исследования образцов феррита висмута, с замещением стронцием и тербием.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что для феррита висмута впервые было системно изучено влияние замещения висмута разными типами атомов, инициирующего разные пути развития материала по мере увеличения степени легирования. Особо следует отметить разработанный автором оригинальный подход, основанный на большой разнице времён поперечной ядерной релаксации и различии в оптимальной мощности радиочастотных импульсов ^{209}Bi и ^{57}Fe , благодаря чему ЯМР спектры железа получены с большим отношением сигнал/шум и параметры ПСМС определены с большой достоверностью. Кроме того, результаты по исследованию замещения висмута тербием показали, что при содержании тербия в диапазоне $x = 8.5 - 12\%$ ПСМС разрушается, что может решить проблему с «запертым» из-за ПСМС магнитным моментом. В то же время $\text{Bi}_{1-x}\text{Tb}_x\text{FeO}_3$ в указанном диапазоне x остаётся однофазным и сохраняет ромбоэдрическую структуру, являющуюся источником спонтанной электрической поляризации. Таким образом, система Bi_1 .

$x\text{Tb}_x\text{FeO}_3$ с $x = 8.5 - 12\%$, сочетающая ферромагнетизм и сегнетоэлектричество, представляется перспективной в прикладном отношении.

Полученные результаты могут быть использованы научными группами, работающими в области твердотельного ЯМР (Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, Казанский физико-технический институт имени Е.К. Завойского КНЦ РАН, Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна РАН, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), а также материаловедами, разрабатывающими магнитные сенсоры, интегральные схемы, устройства для хранения данных на базе мультиферроиков.

Достоверность результатов работы подтверждается согласием данных, полученных с помощью различных независимых экспериментальных методик, как локальных (ЯМР, Мессбауэровская спектроскопия), так и макроскопических (магнитометрия), их воспроизводимостью, а также высоким уровнем апробированности работы.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Гервиц Н.Е., получены лично автором, либо при ее непосредственном участии. Личный вклад диссертанта состоит в разработке методологии измерений ЯМР на ядрах ^{57}Fe в соединениях на основе феррита висмута, постановке задач, подборе образцов, проведении подавляющего большинства ЯМР-измерений и части рентгенофазового анализа, обработке, интерпретации и анализе полученных данных, написании статей и выступлениях на конференциях. Подготовка основных публикаций проводилась с соавторами, при этом вклад автора был основным.

В ходе защиты соискатель Гервиц Н. Е. аргументированно ответила на заданные ей вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 5 июня 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Н. Е. Гервиц учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи по определению влияния различных способов воздействия на пространственную спин-модулированную структуру в соединениях на основе феррита висмута.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 25 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.8 — Физика конденсированного состояния), участвовавшие в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени 25,

против присуждения учёной степени 0,

недействительных бюллетеней 0.

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

Колачевский Николай Николаевич

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

Золотько Александр Степанович

5 июня 2023 г.