

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.24,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22 декабря 2017 г. № 7

**О присуждении Сёмкину Михаилу Александровичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация «Кристаллическая структура и магнитные свойства мультиферроиков на основе ванадатов, ортофосфатов и ферритов» по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений принята к защите 18 октября 2017 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом Д 212.285.24 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; приказ Министерства образования и науки Российской Федерации о создании диссертационного совета № 714/нк от 02 ноября 2012 г.

Соискатель Сёмкин Михаил Александрович, 1991 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Метрология и метрологическое обеспечение»; в 2017 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный

университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений; работает в должности главного специалиста Отдела метрологического обеспечения и учета использования научного оборудования; в должности ассистента кафедры магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук и математики (по совместительству) ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре магнетизма и магнитных наноматериалов Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Пирогов Александр Николаевич, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов, профессор-исследователь.

#### **Официальные оппоненты:**

*Козленко Денис Петрович*, доктор физико-математических наук, Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна), Лаборатория нейтронной физики им. И.М.Франка, научно-экспериментальный отдел нейтронных исследований конденсированных сред, начальник;

*Гареева Зухра Владимировна*, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики молекул и кристаллов Уфимского научного центра Российской академии наук (г. Уфа), Лаборатория теоретической физики, заведующий

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН), Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, в своем положительном отзыве, подписанном Овчинниковым Сергеем Геннадьевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим Отделом физики магнитных явлений указала, что «По актуальности темы исследования, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов, обоснованности выводов и положений, представленная диссертационная работа **«Кристаллическая структура и магнитные свойства мультиферроиков на основе ванадатов, ортофосфатов и ферритов»** полностью удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сёмкин Михаил Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений».

Соискатель имеет 51 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 27 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 20 тезисов докладов, опубликованных в материалах всероссийских (7) и международных (13) конференций и симпозиумов.

Общий объем работ опубликованных по теме диссертации составляет 8.16 п.л./1.42 п.л. – авторский вклад соискателя. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

### **Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:**

1. Urusova N.V., **Semkin M.A.**, Lee S., Barykina J.A., Kellerman D.G., Teplykh A.E., Pirogov A.N., Volegov A.S., Skryabin Yu.N., Magnetic ordering and crystal structure of  $\text{LiMPO}_4$  compounds with  $M = (\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ni/Mn} \text{ and } \text{Ni/Co})$ // *Ferroelectrics* Vol. 509 (2017) P. 74-79; 0.72 п.л. / 0.08 п.л.
2. **Semkin M.A.**, Urusova N.V., Kellerman D.G., Nosov A.P., Lee S. and Pirogov A.N., Magnetic structures of some multiferroics// IV Sino-Russian ASRTU Symposium on Advanced Materials and Materials and Processing Technology, *КнЕ Materials Science*. – 2016. – Vol. 2016. – P. 135-141; 0.84 п.л. / 0.14 п.л.
3. **Semkin M.**, Choi K.-Y., Sim H., Urusova N., Volegov A., Barykina J., Kellerman D., Park J.-G. and Pirogov A., Magnetic properties of lithium-transition metal orthophosphates// *AIP Conference Proceedings*. – 2016. – Vol. 1767. – P. 020035-8; 0.96 п.л. / 0.11 п.л.
4. Lee S., **Semkin M.A.**, Pirogov A.N., Crystal Structure and Magnetic Ordering in Multiferroic  $(0.9)\text{BiFeO}_3 + (0.1)\text{BaTiO}_3$ // *Materials Science Forum*. – 2016. – Vol. 845. – P. 38-41; 0.48 п.л. / 0.16 п.л.
5. Lee S., Lee H., Choi Y.-N., **Semkin M.A.**, Teplykh A.E., Skryabin Yu.N., Li W.-H., Pirogov A.N., Temperature dependence of the propagation vector in  $\text{Ni}_{3-x}\text{Co}_x\text{V}_2\text{O}_8$  with  $x=0.1$  and  $0.5$ // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2016. – Vol. 397. – P. 225-229; 0.6 п.л. / 0.08 п.л.
6. Ли С., Чой Ю.-Н., Ли Х., **Семкин М.А.**, Пирогов А.Н., Скрыбин Ю.Н., Ли В.-Х., Структурное и магнитное состояние мультиферроика  $\text{Ni}_{2.7}\text{Co}_{0.3}\text{V}_2\text{O}_8$ // *Естественные и технические науки*. – 2015. – № 10. – С. 65-71; 0.84 п.л. / 0.12 п.л.
7. Nosov A.P., **Semkin M.A.**, Teplykh A.E., Bogdanov S.G., Urusova N.V., Skryabin Yu.N., Pirogov A.N., Vasiliev V.G., Vladimirova E.V., Karpova T.S., Structure and magnetic parameters of composite multiferroics  $x(\text{MFe}_2\text{O}_4) + (1-x)\text{BaTiO}_3$ // *Solid State Phenomena: Achievements in magnetism*. – 2015. – Vols. 233-234 – P. 371-374; 0.48 п.л. / 0.05 п.л.

**На автореферат диссертации поступили положительные отзывы от:**

*Кучина Анатолия Георгиевича*, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника Лаборатории ферромагнитных сплавов ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН (г. Екатеринбург). В отзыве содержатся следующие вопросы и замечания:

1. В разделе «Научная новизна работы» (стр. 5) приведен отдельным абзацем следующий явно технический результат: «Обнаружено, что температурная зависимость теплоемкости  $\text{LiNiPO}_4$  и  $\text{LiNi}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{PO}_4$  содержит два пика. Они обусловлены магнитными переходами с повышением температуры из соизмеримой АФМ структуры в несоизмеримую фазу и затем в парамагнитное состояние». Известно, что при фазовом переходе первого рода типа «несоизмеримая фаза - соизмеримая фаза» и должен проявиться острый максимум на температурной зависимости теплоемкости. Другое дело, если до автора никто не изучал теплоемкость на этих объектах, как об этом уже сказано в первом абзаце этого же раздела. То есть результат является чисто техническим и не несет какой-то существенной научной новизны.

2. В разделе «Теоретическая и практическая значимость работы» в последнем предложении (стр. 6) сказано: «Изменение структурного состояния при облучении образца  $\text{BiFe}_{0.9}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$  быстрыми нейтронами будет способствовать выяснению причин появления спонтанной намагниченности при внешнем воздействии (допирование феррита висмута ионами La или Mn, облучение тяжелыми ионами или высокоэнергетическими электронами)». Как известно, облучение быстрыми нейтронами приводит к смещению атомов из положения равновесия, к появлению радиационных дефектов в виде вакансий и внедренных атомов, как сказано на стр. 20. Непонятно, что в этом общего с допированием ионами La или Mn, которые замещают другие ионы в определенных равновесных узлах решетки.

*Кобякова Александра Васильевича*, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры общей физики Института инженерной физики и

радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (г. Красноярск). Отзыв не содержит замечаний и вопросов.

*Эма Вячеслава Терентьевича*, доктора физико-математических наук, начальника отдела НИЦ «Курчатовский институт» (г. Москва). В отзыве содержится следующее замечание:

В тексте автореферата есть места, которые не понятны читателю без дополнительных пояснений. Например, на стр. 12 указывается, что магнитоэлектрический коэффициент будет уменьшаться, поскольку падает относительная диэлектрическая проницаемость. Здесь, следовало бы привести выражение:

$$\alpha_{ME} \leq \epsilon_0 \epsilon \mu_0 \mu,$$

которое показывает, что верхнее значение магнитоэлектрического коэффициента определяется произведением относительных и абсолютных диэлектрической и магнитной проницаемостей. Поэтому, падение относительной диэлектрической проницаемости может сопровождаться уменьшением магнитоэлектрического коэффициента.

*Амирова Абдулкарима Абдулнатиновича*, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаборатории новых магнитных материалов ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта» (г. Калининград). Отзыв не содержит вопросов и замечаний.

*Валиева Эдуарда Зуфаровича*, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Отдела радиационной физики и нейтронной спектроскопии ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН (г. Екатеринбург). В отзыве содержится замечание:

При изложении результатов диссертационной работы в автореферате встречаются и некоторые неточности. Так на странице 15 автореферата, написано, что на рисунке 8 приведена температурная зависимость компоненты  $\nu$  волнового вектора  $k$  для соединений  $Ni_{2.9}Co_{0.1}V_2O_8$  и  $Ni_{2.5}Co_{0.5}V_2O_8$ . В то время как на рисунке 8 представлены данные только для соединения  $Ni_{2.5}Co_{0.5}V_2O_8$ .

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью и достижениями в области физики магнитных явлений, наличием аналитических работ и цитируемых публикаций с результатами исследований магнитных материалов и способностью определить научную и практическую значимость диссертации.

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

**Показано,** что в мультиферроиках  $(y)MFe_2O_4+(1-y)BaTiO_3$  с  $M = (Ni, Co)$  и  $y = (0.2; 0.3; 0.4)$  между кристаллическими решетками шпинели и титаната бария существует взаимодействие, которое проявляется в том, что в композитах элементарная ячейка шпинели меньше, а титаната бария больше, чем ячейки в исходных соединениях.

**Показано,** что в мультиферроиках  $Ni_{3-x}Co_xV_2O_8$  с  $x = (0.1; 0.5)$  с понижением температуры реализуются два магнитных фазовых перехода: один переход из парамагнитной фазы в магнитоупорядоченное состояние по типу продольной спиновой волны, другой переход из этого состояния в несоизмеримую структуру «спиновая циклоида». Установлено, что допирование ионами кобальта ( $0.1 \leq x \leq 0.5$ ) стабилизирует низкотемпературную несоизмеримую магнитную структуру до температуры 2.8 К.

**Впервые обнаружено** наличие двух пиков на температурной зависимости теплоемкости ортофосфатов  $LiNiPO_4$  и  $LiNi_{0.9}Co_{0.1}PO_4$ . Пики обусловлены спонтанными магнитными переходами из соизмеримой АФМ структуры в несоизмеримую АФМ фазу и далее в парамагнитное состояние.

**Впервые показано,** что допирование ортофосфата  $LiNiPO_4$  кобальтом (10 %) понижает температуру перехода соизмеримая – несоизмеримая антиферромагнитная структура, а допирование марганцем (10 %), напротив повышает температуру перехода.

**Установлена** температурная зависимость намагниченности Fe-подрешетки в мультиферроике  $\text{Bi}_{0.9}\text{Ba}_{0.1}\text{Fe}_{0.9}\text{Ti}_{0.1}\text{O}_3$ . Получено, что при допировании титанатом бария температура Нееля понижается, но величина намагниченности железа заметно не изменяется.

**Показано**, что облучение быстрыми ( $E_{\text{эфф.}} \geq 0.1$  МэВ) нейтронами мультиферроика  $\text{BiFe}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$ , значительно уменьшает содержание в образце примесных фаз.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

Данные о влиянии замещающих элементов на температурные интервалы существования соизмеримых и несоизмеримых магнитных структур, а также зависимости между структурными и магнитными свойствами мультиферроиков могут быть использованы при построении теоретических моделей для описания магнитоэлектрических взаимодействий.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

Результаты исследований изменения кристаллической структуры и магнитных свойств мультиферроиков на основе ванадатов, ортофосфатов и ферритов при замещениях в них ионов 3d-переходных металлов, и при воздействии быстрыми нейтронами могут быть использованы при разработке новых магнитоэлектрических материалов с заданными свойствами.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Достоверность полученных результатов, аргументированность заключений и выводов диссертационной работы обеспечивается использованием хорошо аттестованных образцов и аттестованного современного экспериментального оборудования для измерений восприимчивости, теплоемкости и дифракции нейтронов.



Результаты исследований, приведенные в диссертации, согласуются между собой и не противоречат известным научным представлениям и результатам.

**Личный вклад соискателя:**

Соискатель дал интерпретацию концентрационной зависимости волнового вектора магнитной структуры для соединений  $\text{Ni}_{3-x}\text{Co}_x\text{V}_2\text{O}_8$  с  $x = (0.1; 0.3; 0.5)$ .

Соискатель выполнил измерения магнитных и тепловых свойств монокристаллов  $\text{LiMPO}_4$  ( $M = \text{Ni}, \text{Ni/Co}, \text{Ni/Mn}, \text{Mn}$ ) в Сеульском национальном университете (г. Сеул, Республика Корея), используя установки MPMS-XL-5 и PPMS-9.

Лично соискателем проведен количественный рентгенофазовый анализ, выполнен расчет нейтронограмм (уточнены структурные параметры, положение ионов и их распределение по кристаллографическим позициям, выполнен симметричный анализ магнитных структур, определены ориентации и величины магнитных моментов ионов), исследованы температурные зависимости намагниченности. Результаты исследований докладывались соискателем на всероссийских и международных конференциях. Обсуждение результатов и подготовка публикаций велась соискателем совместно с сотрудниками Института естественных наук и математики УрФУ и Института физики металлов УрО РАН.

Диссертационная работа Сёмкина Михаила Александровича соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является значимой научно-квалификационной работой, в которой соискателем исследованы закономерности изменения параметров кристаллической и магнитной структур, магнитных и электрических свойств мультиферроиков от температуры и концентрации. Диссертационная работа представляет законченное научное исследование. Полученные в ней результаты характеризуются высокой степенью новизны и практической значимостью для развития физики магнитных явлений.

На заседании 22 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Сёмкину М.А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 16 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель  
диссертационного совета



Памятных Евгений Алексеевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Овчинников Александр Сергеевич

22 декабря 2017 г.