

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

УДК 537.622

НОВЫЕ МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ: ЭКСПЕРИМЕНТ И ТЕОРИЯ

© 2024 г. А. А. Гаврилюк^а, А. В. Семиров^а, В. В. Марченков^{б, *}

^аИркутский государственный университет, ул. Карла Маркса, 1, Иркутск, 664003 Россия

^бИнститут физики металлов им. М.Н. Михеева, ул. Софьи Ковалевской, 18,
Екатеринбург, 620108, Россия

* e-mail: march@imp.uran.ru

Поступила в редакцию 28.02.2024 г.

После доработки 29.02.2024 г.

Принята к публикации 29.02.2024 г.

Представлен краткий обзор работ, посвященных последним исследованиям ряда групп российских ученых, занимающихся разработкой, созданием и изучением физических свойств новых магнитных материалов и наблюдающимся в них явлениям. Данные исследования представляют как большой фундаментальный, так и практический интерес для различных областей науки, техники и новых технологий.

Ключевые слова: магнитные материалы, магнитные технологии, фазовые переходы, структура, магнитные свойства

DOI: 10.31857/S0015323024040011, **EDN:** WSBPZC

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время магнитные материалы и магнитные технологии широко используются в самых различных областях науки и техники. Вместе с тем с каждым годом открывают и исследуют новые магнитные материалы и структуры, которые входят в нашу жизнь (см., напр., монографию [1] и ссылки в ней).

В последние годы были открыты магнитные наноструктуры — металлические сверхрешетки, спиновые клапаны и магнитные туннельные наногетероструктуры [2–4], в которых был открыт эффект гигантского магнитосопротивления и которые находят свое применение в элементах магнитной памяти и спинтроники.

Необычными магнитными свойствами обладают сверхмелкозернистые или нанокристаллические объемные магнетики [5]. Это же относится и к магнитным наночастицам, их ансамблям и нанопроволокам [6, 7].

В ряде манганитов лантана наблюдается эффект колоссального магнитосопротивления [8, 9]. Они считаются весьма перспективными материалами для устройств спинтроники так же, как и магнитные полупроводники [9, 10], т.е. материалы, сочетающие в себе магнитные свойства магнетика и электронные транспортные характеристики полупроводника.

К магнитным материалам можно отнести и мультиферроики (или сегнетомагнетики), т.е. материалы, в которых могут одновременно существовать как магнитное, так и сегнетоэлектрическое упорядочение (см., напр., обзор [11]). В таких материалах сосуществуют спонтанная намагниченность и магнитострикция с одной стороны, и спонтанная поляризация и пьезоэлектрический эффект — с другой. Как результат, мультиферроики проявляют свойства, связанные с взаимодействием электрической и магнитной подсистем. В качестве примера можно назвать магнитоэлектрический эффект, когда с помощью магнитного поля можно индуцировать электрическую поляризацию, а с помощью электрического поля — намагниченность.

Еще одним из важных направлений исследования в физике магнитных явлений последних лет является низкоразмерный магнетизм [12], который может возникать в материалах, где носители магнитного момента, между которыми возникает обменное взаимодействие, объединяются в кластеры, цепочки, лестницы или слои. Теоретические и экспериментальные исследования в области низкоразмерного магнетизма представляются весьма важными как с фундаментальной, так и с прикладной точек

зрения, и могут найти свое практическое применение в области спинтроники и квантовых вычислений.

В настоящее время ведется поиск и изучение новых топологических материалов, которые обладают необычными свойствами как в объеме, так и на их поверхности. Среди них можно выделить топологические полуметаллы [13]. В частности, вейлевские полуметаллы характеризуются наличием в объеме уникальных квазичастиц — вейлевских фермионов, которые обладают высокой подвижностью и защищены топологически. В то же время их поверхностные состояния в виде дуг Ферми поляризованы по спину. Поэтому исследование вейлевских полуметаллов представляет большой интерес не только с точки зрения фундаментальной науки, но и благодаря большому потенциалу использования таких материалов в различных приложениях сверхбыстрой электроники и спинтроники.

Особое место среди магнитных материалов занимают соединения Гейслера [14]. В них наблюдаются самые разнообразные явления [15–19]: магнитокалорический эффект и эффект памяти формы, состояния полуметаллического ферромагнетика, спинового бесщелевого полупроводника, топологического полуметалла и многие другие необычные феномены, которые могут быть использованы и частично уже используются в технологии магнитного охлаждения, спинтронике, микро- и нанoeлектронике.

Выше перечислена лишь малая часть функциональных магнитных материалов и структур, в которых возникают самые разнообразные эффекты и явления, которые могут быть внедрены или уже используются в нашей повседневной жизни.

Данный выпуск журнала посвящен сообщением ряда ведущих российских научных групп, занимающихся теоретическими и экспериментальными исследованиями в области магнетизма и магнитных материалов. Представлены работы, связанные с синтезом и изучением физических свойств, прежде всего магнитных характеристик, а также с теоретическими расчетами новых магнитных материалов и структур.

МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА

Авторы работы [20] изучали структуру и магнитные свойства наночастиц оксидов железа, полученных методом электрического взрыва проволоки (ЭВП), как в исходном состоя-

нии, так и после размолла в шаровой мельнице в течение различного времени (1 и 7 ч.). Продemonстрировано, что после обработки в шаровой мельнице средний размер наночастиц и их фазовый состав (70% Fe_3O_4 и 30% Fe_2O_3) сохраняются, а механическая обработка способствует увеличению уровня внутренних напряжений такого материала. Показано, что в наночастицах железа наблюдается фазовый переход Вервея, сопровождающийся изменением поведения спонтанной намагниченности. Авторы заключают, что анализ структурных данных и перехода Вервея открывает дополнительные возможности для изучения и понимания физической природы и свойств ЭВП ансамблей наночастиц, находящихся в различных состояниях. Полученные результаты могут быть использованы для разработки материалов, представляющих практический интерес для различных биоприложений.

Методами рентгеновской дифракции, ферромагнитного резонанса и магнитометрии в работе [21] исследованы углеродосодержащие покрытия 3d-металлов (Ni, Co, Fe), полученные с помощью химического осаждения с использованием арабиногалактана. В результате исследований показано, что в решетке синтезированных металлических покрытий нет значимого количества углерода. Магнитные измерения позволили получить количественные данные об эффективной намагниченности покрытий, величина которой ниже значений намагниченности для чистых железа, кобальта и никеля, что можно объяснить неоднородностями структуры покрытий. Сделаны оценки величины намагниченности и поля перпендикулярной анизотропии, а также продемонстрирована роль текстуры в формировании магнитных характеристик.

В работе [22] были получены массивы нанопроволок никеля, синтезированных в тонкопленочном слое оксида алюминия с помощью методики электролитического осаждения, используя два режима: постоянного тока и переменного. Затем изучали морфологию и магнитные свойства синтезированных нанопроволок. Было установлено, что все полученные образцы являются поликристаллическими и имеют дендритную морфологию, связанную с морфологическими особенностями матрицы оксида алюминия. При этом отдельные кристаллиты имеют ГЦК-решетку, а их размер зависит от режима осаждения — больший размер в случае режима постоянного тока, что приводит к различиям в их магнитных свойствах. Массивы нанопроволок Ni, синтезированные в режиме переменного тока, обладают

выраженной одноосной магнитной анизотропией с осью лёгкого намагничивания параллельной оси нанопроволок, а в случае режима постоянного тока анизотропия менее выражена.

Взаимосвязь дисперсности порошка и магнитных свойств никельцинкового феррита $\text{Ni}_{0.7}\text{Zn}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ изучена в работе [23]. Дисперсность материала изменяли в шаровой мельнице, варьируя режимы его сухого измельчения. Показано, что существует определенная взаимосвязь между намагниченностью насыщения и коэрцитивной силой с одной стороны, и режимами измельчения и удельной площадью поверхности порошка с другой. Установлены особенности магнитного фазового перехода вблизи температуры Кюри у порошков $\text{Ni}_{0.7}\text{Zn}_{0.3}\text{Fe}_2\text{O}_4$ с различной степенью дисперсности.

При изучении структуры, электросопротивления и намагниченности литийцинкового феррита $\text{Li}_{0.4}\text{Fe}_{2.4}\text{Zn}_{0.2}\text{O}_4$ с добавлением Bi_2O_3 в количестве 1 и 2 вес.% было показано [24], что увеличение концентрации оксида висмута приводит к росту ферритового зерна, повышению плотности материала, а также снижению его пористости. Полученные данные могут быть использованы при разработке новых материалов для различных высокочастотных электронных устройств (радиопоглопитатели, циркуляторы, фазовращатели и т.п.).

Авторы работы [25] изучали роль межчастичных взаимодействий в ансамблях ультрамалых наночастиц в суперпарамагнитной релаксации, используя в качестве примера такого ансамбля наночастицы оксигидроксида железа $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (ферригидрита). Измеряли *dc*- и *ac*-магнитную восприимчивость на двух типах ферригидрита: 1) биогенного происхождения со средним размером наночастиц около 2.7 нм, окруженных естественной органической оболочкой и 2) материал со средним размером частиц порядка 3.5 нм, органическая оболочка которых была частично удалена в процессе низкотемпературного отжига. Измерения восприимчивости проводили в малом магнитном поле в области суперпарамагнитной (СПМ) блокировки наночастиц. Установлено, что температура СПМ-блокировки возрастает от 28 К до 52 К из-за роста межчастичных взаимодействий. При этом при температурах ниже температуры СПМ-блокировки возникают коллективные состояния по аналогии со спиновым стеклом в объёмных материалах. Показано, что наблюдается две стадии диссипации магнитной энергии. Одна из них обусловлена блокировкой магнитного момента наночастиц, а вторая — спин-стекольным поведением поверхностных спинов. Полученные данные мо-

гут оказаться полезными для практических приложений в области биомедицины.

В работе [26] изучали кристаллическую структуру, магнитные, магнитокалорические и магнитострикционные свойства поликристаллических твердых растворов $\text{TbIn}_x\text{Co}_{2-x}$ ($x = 0 - 0.2$). Согласно рентгеноструктурному анализу, во всех образцах преимущественной является кубическая фаза Лавеса C15. Экспериментально установлено, что при увеличении содержания индия параметр решетки ведет себя немонотонным образом — возрастает с увеличением индия до $x = 0.1$, а затем уменьшается. При этом температура Кюри T_C монотонно возрастает от 231 К при $x = 0$ до 245 К при $x = 0.2$. Изотермическое изменение энтропии ΔS_{mag} , рассчитанное из термодинамического соотношения Максвелла, имеет максимальные значения вблизи температуры Кюри. Показано, что при изменении внешнего поля от 0 до 1.8 Тл максимальное изменение магнитной энтропии монотонно уменьшается с ростом x и составляет 2.9 и 1.8 Дж/К·К для TbCo_2 и $\text{TbIn}_{0.2}\text{Co}_{1.8}$, соответственно. Величина объемной магнитострикции увеличивается с ростом содержания индия до $x = 0.05$, а затем ее пиковые значения снижаются и смещаются в область более высоких температур.

Авторы работы [27] изучали магнитные фазовые переходы в сплавах $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{Mn}_2\text{Si}_2$ ($x = 0 - 1$), используя метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). При изменении x от 0 до 0.3 вблизи температуры 300 К были обнаружены l-образные эндотермические пики на температурной зависимости сигнала ДСК, которые можно связать с магнитным фазовым переходом из ферромагнитной в слоистую антиферромагнитную структуру. Кроме того, наблюдаются слабые аномалии в интервале от 458 К ($x = 0$) до 323 К ($x = 0.3$), обусловленные разупорядочением слоистой антиферромагнитной структуры. В соединении YMn_2Si_2 обнаружен резкий эндотермический пик, соответствующий разупорядочению межплоскостной антиферромагнитной слоистой структуры. Используя полученные данные, была построена магнитная фазовая диаграмма системы $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{Mn}_2\text{Si}_2$ в интервале температур 270–600 К. Продемонстрировано, что метод дифференциальной сканирующей калориметрии можно использовать для определения температур различных магнитных фазовых переходов в редкоземельных интерметаллидах.

В работе [28] экспериментально исследовали эффект Холла в монокристаллах топологических полуметаллов WTe_2 и MoTe_2 . Обнаружено, что в случае монокристаллов WTe_2 при температу-

рах ниже 100 К сопротивление Холла нелинейно возрастает с ростом магнитного поля. При этом в случае кристаллов MoTe_2 холловское сопротивление линейно по полю в интервале температур от 2 до 25 К, а при температуре 50 К возникает нелинейный вклад. Высказано предположение, что нелинейная полевая зависимость сопротивления Холла монокристаллов WTe_2 и MoTe_2 может быть связана с процессами рассеяния электронов проводимости на поверхности образца. Вместе с уже известным механизмом компенсации/раскомпенсации электронных и дырочных носителей заряда, как причины нелинейной полевой зависимости, такое объяснение дополняет и расширяет существующие представления об особенностях электронного транспорта в топологических полуметаллах.

В работе [29] теоретически изучены спектры спиновых волн в двухслойной структуре железо-иттриевого граната (ЖИГ), в которой намагниченность насыщения слоев различна. Показано, что в зависимости от типа структуры и ширины центрального волновода могут возникать различные режимы распространения спиновых волн (взаимный, невзаимный, одноволновой). Используя метод микромагнитного моделирования, удалось классифицировать спектры спиновых волн и выделить классы спиновых мод: направляемые, вытекающие и краевые. Продемонстрировано, что в системе планарных магнитных гребенчатых микроволноводов LS-типа с периодическими граничными условиями при ширине центрального волновода возникают две несмежные частотные области, в которых существуют направляемые моды центрального волновода. В системе планарных магнитных гребенчатых микроволноводов HS-типа в независимости от ширины центрального волновода, имеются две смежные частотные области: высокочастотная, когда возникает режим с вытекающими модами структуры, и низкочастотная, при которой реализуется режим с направляемыми модами центрального волновода. В области сильно неоднородных магнитных полей в обеих системах могут существовать моды краевых волн, обладающие взаимным характером распространения. Полученные результаты могут быть использованы при изучении волновых процессов в сложных магнитных структурах и найти свое применение в устройствах магноники и спинтроники.

Особые точки спектра излучения поверхностных магнитных поляронов теоретически изучены в работе [30], где в бездиссипативном подходе, на примере магнитного слоя, разделяющего две по-

луограниченные идеальные жидкости, показано следующее. В спектре фононного излучения вытекающих поверхностных магнитных поляронов “темного” состояния (интерференционного или симметрично защищенного типа) на границе раздела с акустически менее плотной средой могут независимо обращаться в ноль как числитель, так и знаменатель входного волнового импеданса. При этом в самой точке существования связанного состояния в континууме они обращаются в ноль одновременно. Расчет в рамках модели двухподрешеточного антиферромагнетика, которая учитывает магнитоупругое неоднородное обменное и сверхтонкое взаимодействия, показал, что возможно существование таких интервалов продольных волновых чисел, при которых механизмы формирования связанных состояний в спектре фононного излучения вытекающих магнитных поляронов с участием квазиэлектронных или квазидерных магновов принципиально отличаются, т.е. могут быть эластодинамического или эластостатического типа.

В работе [31] теоретически изучено переключение намагниченности в пленке феррит-граната гадолиния при размагничивании фемтосекундным лазерным импульсом. Показано, что наиболее эффективно переключение происходит вблизи температуры компенсации в области сосуществования двух неколлинеарных фаз. Были определены диапазоны размагничивающих факторов для более эффективного переключения вблизи компенсации и построены траектории переключения намагниченности. Полученные в работе результаты могут быть использованы для изучения процессов переключения при размагничивании пленок ферритов, как с помощью лазерного импульса, так и электрическим током.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данном коротком обзоре представлены результаты последних экспериментальных и теоретических работ российских исследователей, работающих в области магнетизма и магнитных материалов. Эти работы, как мы считаем, могут внести определенный вклад в развитие физики магнитных явлений, магнитных материалов и технологий.

Работа подготовлена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственных заданий FUMM-2022-0003 (тема “Спин” Г.р. № 122021000036-3).

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физика магнитных материалов и наноструктур / Под ред. В.В. Устинова, Н.В. Мушников, В.Ю. Ирхина. Екатеринбург: ИФМ УрО РАН, 2020. 664 с.
2. Ферт А. Происхождение, развитие и перспективы спинтроники // УФН. 2008. Т. 178. № 12. С. 1336–1348.
3. Milyaev M.A., Bannikova N.S., Naumova L.I., Proglyado V.V., Patrakov E.I., Glazunov N.P., Ustinov V.V. Effective Co-rich ternary CoFeNi alloys for spintronics application // J. Alloys Compounds. 2021. V. 854. P. 157171–157177.
4. Наумова Л.И., Захаров А.А., Миляев М.А., Бебенин Н.Г., Заворницын Р.С., Максимова И.К., Проглядо В.В., Устинов В.В. Магнитоупругие свойства спиновых клапанов, содержащих слои CoFe/Dy // ФММ. 2023. Т. 124. С. 264–274.
5. Azuma Daichi, Ito Naoki, Ohta Motoki. Recent progress in Fe-based amorphous and nanocrystalline soft magnetic materials // J. Mag. Magn. Mater. 2020. V. 501. P. 166373.
6. Губин С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства // Успехи химии. 2005. Т. 74. № 6. С. 539–574.
7. Wang L., Li Y., Zhang Y., Gu H., Chen W. Rare earth compound nanowires: synthesis, properties and applications // Rev. Nanosci. Nanotechnol. 2014. V. 3. № 1. P. 1–19.
8. Бебенин Н.Г., Зайнуллина Р.И., Устинов В.В. Манганиты с колоссальным магнетосопротивлением // УФН. 2018. Т. 188. С. 801–820.
9. Nagaev E.L. Colossal magnetoresistance and phase separation in magnetic semiconductors. London: Imperial College Press, 2002. 476 p.
10. Kalita Hrishikesh, Bhushan Mayank, Singh L. Robindro. A comprehensive review on theoretical concepts, types and applications of magnetic semiconductors // Mater. Sci. Eng. B. 2023. V. 288. P. 116201.
11. Fiebig Manfred, Lottermoser Thomas, Meier Dennis, Trassin Morgan. The evolution of multiferroics // Nature Rev. Mater. 2016. V. 1. P. 16046.
12. Васильев А.Н., Волкова О.С., Зверева Е.А. Низкоразмерный магнетизм. М.: Физматлит, 2018. 304 с.
13. Yan Binghai, Felser Claudia. Topological Materials: Weyl Semimetals // Annu. Rev. Condens. Matter Phys. 2017. V. 8. P. 337–354.
14. Heusler F. Über magnetische manganlegierungen // Verh. Dtsch. Phys. Ges. 1903. V. 12. P. 219.
15. Graf T., Felser C., Parkin S.S.P. Simple rules for the understanding of Heusler compounds // Prog. Solid State Chem. 2011. V. 39. P. 1–50.
16. Васильев А.Н., Бучельников В.Д., Такаги Т., Ховайло В.В., Эстрин Э.И. Ферромагнетики с памятью формы // УФН. 2003. Т. 173. С. 577–608.
17. Соколовский В.В., Мирошкина О.Н., Бучельников В.Д., Марченков В.В. Магнитокалорический эффект в металлах и сплавах // ФММ. 2022. Т. 123. № 4. С. 339–343.
18. Марченков В.В., Ирхин В.Ю. Полуметаллические ферромагнетики, спиновые бесщелевые полупроводники и топологические полуметаллы на основе сплавов Гейслера: теория и эксперимент // ФММ. 2021. Т. 122. № 12. С. 1221–1246.
19. Marchenkov V.V., Irkhin V.Y., Semiannikova A.A. Unusual kinetic properties of usual Heusler alloys // J. Supercond. Nov. Magn. 2022. V. 35. P. 2153–2168.
20. Курляндская Г.В., Бурбан Е.А., Незнахин Д.С., Юшков А.А., Larrañaga A., Мельников Г.Ю., Свалов А.В. Структура и магнитные свойства наночастиц оксида железа, подвергнутых механическому воздействию // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 430–437.
21. Важенкина И.Г., Столяр С.В., Комогорцев С.В., Ли О.А., Исхаков Р.С., Великанов Д.А., Черемискина Е.В., Немцев И.В. Наноструктурированные покрытия 3d-металлов, получаемые методами “зеленой химии”. Анализ неоднородностей статическими и динамическими магнитными методами // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 403–412.
22. Дрягина А.Е., Горьковенко А.Н., Кулеш Н.А., Кудюков Е.В., Виблая А.В., Юшков А.А., Верясова А.А., Пастухов В.И., Калашникова А.С., Васьковский В.О. Особенности морфологии и магнитных свойств массивов магнитных нанопроволок Ni в тонкопленочных матрицах оксида алюминия // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 413–419.
23. Бобуёк С., Суржигов А.П., Лысенко Е.Н., Николаев Е.В., Сальников В.Д. Магнитные свойства никель-цинкового ферритового порошка с различной степенью дисперсности // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 394–402.
24. Николаев С.А., Елькина Ю.С., Лысенко Е.Н., Николаев Е.В., Власов В.А. Влияние оксида висмута на структуру, электосопротивление и намагниченность литий-цинкового феррита // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 447–452.
25. Князев Ю.В., Балаев Д.А., Скоробогатов С.А., Великанов Д.А., Баюков О.А., Столяр С.В., Ладыгина В.П., Красиков А.А., Исхаков Р.С. Суперпарамагнитная релаксация в ансамблях сверхмалых наночастиц ферригидрита // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 420–429.
26. Сташкова Л.А., Герасимов Е.Г., Мушников Н.В. Калориметрические исследования фазовых превращений в системе $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{Mn}_2\text{Si}_2$ // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 460–466.
27. Морозов Д.А., Политова Г.А., Ганин М.А., Политов М.Е., Михайлова А.Б., Филимонов А.В. Магнитоупругие и магнитострикционные свойства фаз Лавеса $\text{Tb}(\text{Co}, \text{In})_2$ // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 438–446.
28. Перевалова А.Н., Наумов С.В., Фоминых Б.М., Марченкова Е.Б., Liang S.H., Марченков В.В. Эф-

- фект Холла в монокристаллах топологических полуметаллов WTe_2 и MoTe_2 // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 453–459.
29. Александрова Ю.В., Бегинин Е.Н., Шешукова С.Е., Садовников А.В. Структура и особенности спектра спиновых волн в поперечно ограниченных ЖИГ микроволноводах с неоднородным профилем намагниченности // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 383–393.
 30. Сухорукова О.С., Тарасенко А.С., Тарасенко С.В., Шафров В.Г. Особые точки спектра излучения вытекающих поверхностных магнанных поляронов // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 467–475.
 31. Юрлов В.В., Звездин К.А., Звездин А.К. Теоретическое и численное моделирование процесса оптического переключения эпитаксиальных наноструктур на основе железосодержащего граната // ФММ. 2024. Т. 125. № 4. С. 476–484.

New Magnetic Materials and Technologies: Experiment and Theory

A. A. Gavrilyuk¹, A. V. Semirov¹, V. V. Marchenkov^{2, *}

¹*Irkutsk State University, Irkutsk, 664003 Russia*

²*M.N. Miheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620108 Russia*

**e-mail: march@imp.uran.ru*

This article presents a brief review of works devoted to the latest research by a number of Russian groups involved in the development, creation, and study of the physical properties of new magnetic materials and the phenomena observed in them. These studies are of both great fundamental and practical interest for various fields of science, engineering, and new technologies.

Keywords: magnetic materials, magnetic technologies, phase transitions, structure, magnetic properties