

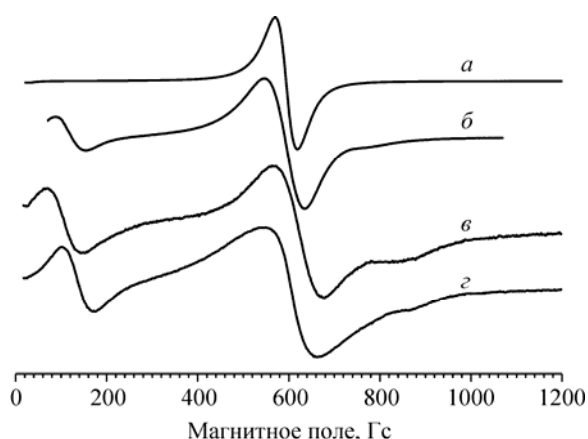
**ФЕРРОМАГНИТНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ В РАСТВОРАХ  
И ТВЕРДЫХ ДИАМАГНИТНЫХ МАТРИЦАХ:  
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.  
ПРОЕКТ № 38**

**Координатор:** д-р хим. наук Юданов В. Ф.  
**Исполнители:** ИК, ИХТГМ, ИУУ, ИХКГ СО РАН

С целью исследования роли магнитных межчастичных взаимодействий в формировании физико-химических свойств дисперсных магнетиков методом ферромагнитного резонанса (ФМР) изучены коллективные эффекты в периодических двумерных решетках ферромагнитных частиц, полученных методом электронной литографии из пленок Co толщиной 20 нм. В качестве примера приведены спектры ФМР двумерных решеток с различным периодом и спектр сплошной пленки при параллельной ориентации образцов относительно внеш-

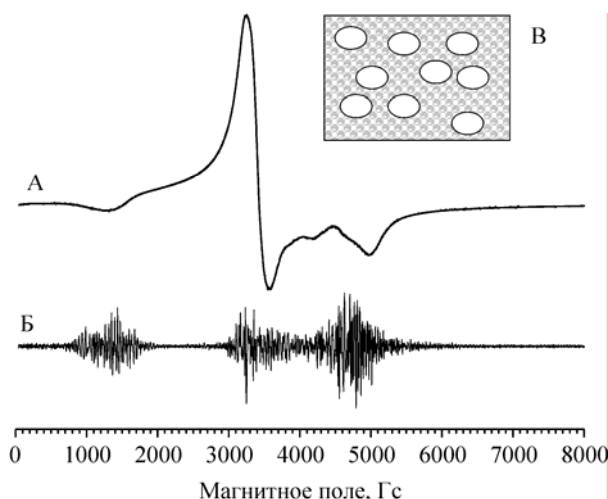
него магнитного поля (рис. 1). Экспериментальное и теоретическое исследование ориентационной зависимости наблюдаемых спектров показало, что появление дополнительных высокополевых резонансных линий связано с межчастичным диполь-дипольным взаимодействием между отдельными частицами в периодических двумерных структурах и обусловлено возбуждением размерно-зависимых диполь-дипольных спиновых волн.

Разработан не имеющий аналогов метод исследования дисперсных магнетиков. Ориги-



*Рис. 1.* Спектры ФМР в параллельной ориентации относительно внешнего магнитного поля сплошной пленки (а), двумерных периодических решеток дискообразных частиц Co с диаметром  $d = 0,47a$  и периодом  $a = 2,7$  (б), 2,4 (в) и 1,8 мкм (г).

*Fig. 1.* FMR spectra in parallel orientation of the unstructured continuous film (a) and two-dimensional periodic arrays of discshaped Co particles with diameter  $d = 0,47a$  and periods  $a = 2,7$  (б), 2,4 (в) and 1,8 μ (г).



*Рис. 2.* Спектр ФМР монокристалла  $\text{Ln}_{0,7}\text{Pb}_{0,3}\text{MnO}_3$  (А) и соответствующий спектр тонкой структуры (Б), отражающий дисперсное состояние ферромагнитной фазы в монокристалле, образующееся при разделении магнитной фазы (В).  $T_{\text{рег}} = 296$  К.

*Fig. 2.* The FMR spectrum of  $\text{Ln}_{0,7}\text{Pb}_{0,3}\text{MnO}_3$  single crystal: (A) — general view, (Б) — the FMR fine structure indicating magnetic phase separation phenomenon (В).  $T_{\text{рег}} = 296$  К.

нальный подход основан на анализе обнаруженной так называемой тонкой шумоподобной структуры ферромагнитного резонанса (ТС ФМР). ТС ФМР позволяет получать прямую информацию о величине магнитных межчастичных взаимодействий в ферромагнитных гранулированных системах, размерах и форме частиц. Перспективность метода ТС ФМР продемонстрирована на примере исследования особенностей магнитной структуры монокристаллических и мелкодисперсных образцов манганитов лантана. Монокристаллы  $\text{La}_{0,7}\text{Pb}_{0,3}\text{MnO}_3$ ,

синтезированные в ИФ СО РАН, обнаруживают тонкую структуру ФМР, типичную для дисперсных ферромагнетиков. На сегодняшний день, по-видимому, это является одним из первых прямых свидетельств макроскопических магнитных неоднородностей в структурно-однородном образце манганита лантана (рис. 2).

В результате выполнения интеграционного проекта создан оригинальный метод исследования магнитно-неоднородных материалов и магнитных межфазных взаимодействий в них.

### Основные публикации

1. Юликов М. М., Аборнев И. С., Мартьянов О. Н. и др. Ферромагнитный резонанс наночастиц никеля в аморфной оксидной матрице// Кинетика и катализ. 2004. Т. 45, № 5. С. 1—4.
2. Kuznetsova T. G., Sadykov V. A., Veniaminov S. A. et al. Methane transformation into syngas over Ce-Zr-O systems: role of the surface/bulk promoters and oxygen mobility// Catalysis Today. 2004. V. 91—92. P. 161—164.
3. Verkhovlyuk V. N., Stass D. V., Lukzen N. N., Molin Yu. N. Indications for unequal rates of ion-molecular charge transfer reaction for biphenyl radical anion and cation from MARY and OD ESR spectra// Chem. Phys. Letters. 2005. V. 413. С. 71—77.
4. Martyanov O. N., Yudanov V. F., Lee R. N. et al. Ferromagnetic resonance investigation of collective phenomena in two-dimensional periodic arrays of Co particles// Applied Physics A. 2005. V. 81. P. 679—683.