

СОСУЩЕСТВОВАНИЕ ФАЗ В МАНГАНИТАХ (Nd/Tb)_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃

А.М. Балагуров¹⁾, И.А. Бобриков¹⁾, В.Ю. Помякушин²⁾, Н.А. Бабушкина³⁾,
О.Ю. Горбенко⁴⁾, А.Р. Кауль⁴⁾

¹⁾ Лаборатория нейтронной физики имени И.М.Франка, ОИЯИ, Дубна, Россия

²⁾ Paul Scherrer Institute, 5232 Villigen PSI, Switzerland

³⁾ РНЦ "Курчатовский институт", пл. Курчатова, 1, 123182, Москва

⁴⁾ МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет, Воробьевы Горы, 119899, Москва

В докладе представлены результаты исследований манганитов R_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ (R=Nd_{0.772}Tb_{0.228}, Nd_{0.544}Tb_{0.456}), проведенных с помощью дифракции нейтронов на спектрометрах HRFD (реактор ИБР-2, Дубна), DMC и HRPT (источник SINQ, PSI, Швейцария). Главным результатом проведенного исследования является анализ сосуществования фаз, одна из которых является металлической-ферромагнитной, а другая диэлектрической-антиферромагнитной, возникающего в R_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ при низких температурах. Эти исследования были стимулированы обнаружением гигантского изотопического эффекта [1] (сменой металлического состояния на диэлектрическое при замене изотопа ¹⁶O на ¹⁸O) в составах Sm_{1-x}Sr_xMnO₃, x=0.475 и 0.5 (рис.1). По величине среднего радиуса аниона составы (Nd_{0.544}Tb_{0.456})_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ (далее NTS) и (Nd_{0.772}Tb_{0.228})_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ (далее NTM) являются аналогами Sm_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ и (Nd_{0.5}Sm_{0.5})_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ соответственно, это должно сказываться и на общности физических свойств аналогичных составов.

Данные нейтронных экспериментов с R_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ однозначно свидетельствуют, что при низкой температуре в образцах происходит магнитное фазовое расслоение (МФР). Образуется металлическая FM фаза и диэлектрическая AFM фаза А-типа с упорядочением магнитных моментов ионов марганца. При T=10 К для NTS μ_{FM}= 1.94(6) μ_B, μ_{AFM}= 3.33(8) μ_B,

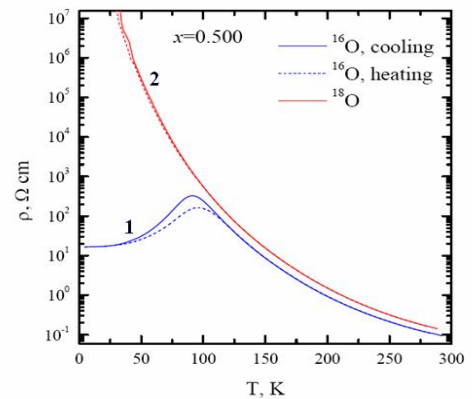


Рис.1. Поведение электрического сопротивления в зависимости от температуры для состава Sm_{1-x}Sr_xMnO₃ с x=0.5, обогащенного изотопами кислорода ¹⁶O (1) и ¹⁸O (2).

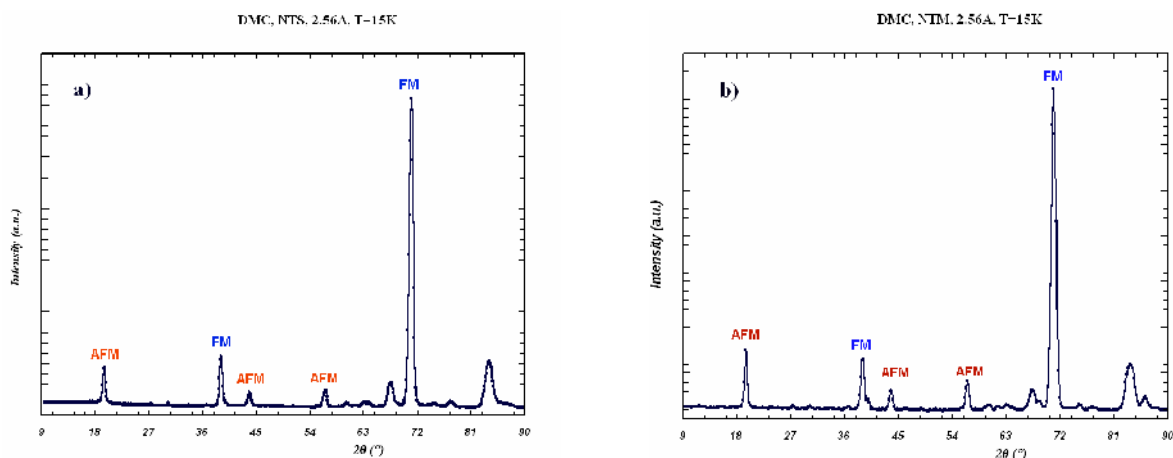


Рис.2. Представлены спектры (Nd_{0.544}Tb_{0.456})_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ (a) и (Nd_{0.772}Tb_{0.228})_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ (b), измеренные на спектрометре DMC (SINQ, PSI). В обоих спектрах четко виден вклад AFM- (А-типа) и FM фаз.

для NTM $\mu_{FM} = 3.34(6) \mu_B$ и $\mu_{AFM} = 2.94(3) \mu_B$. Температура возникновения FM перехода $T_C \approx 155$ К, AFM перехода $T_N \approx 180$ К для NTM, для NTS $T_C \approx 90$ К. Такая сильная разница в T_C двух близких по химическому составу образцов, вероятно, является следствием различия величин среднего радиуса аниона исследуемых составов. Радиус аниона NTM $\langle r_A \rangle = 1.229$ Å, дисперсия $\sigma^2 = \langle r_A^2 \rangle - \langle r_A \rangle^2 = 0.0070$ Å². Радиус аниона NTS $\langle r_A \rangle = 1.221$ Å, дисперсия $\sigma^2 = 0,0085$ Å². В связи с тем, что AFM упорядочение связано с орбитальным упорядочением ионов марганца, при котором происходит деформация кислородных октаэдров, логично предположить, что различным магнитным структурам соответствует различная кристаллическая структура. Эксперименты с образцами $R_{0.5}Sr_{0.5}MnO_3$ на спектрометрах высокого разрешения HRFD и HRPT показали присутствие двух кристаллических фаз, имеющих *Pnma* тип структуры, но с сильным различием параметров элементарной ячейки.

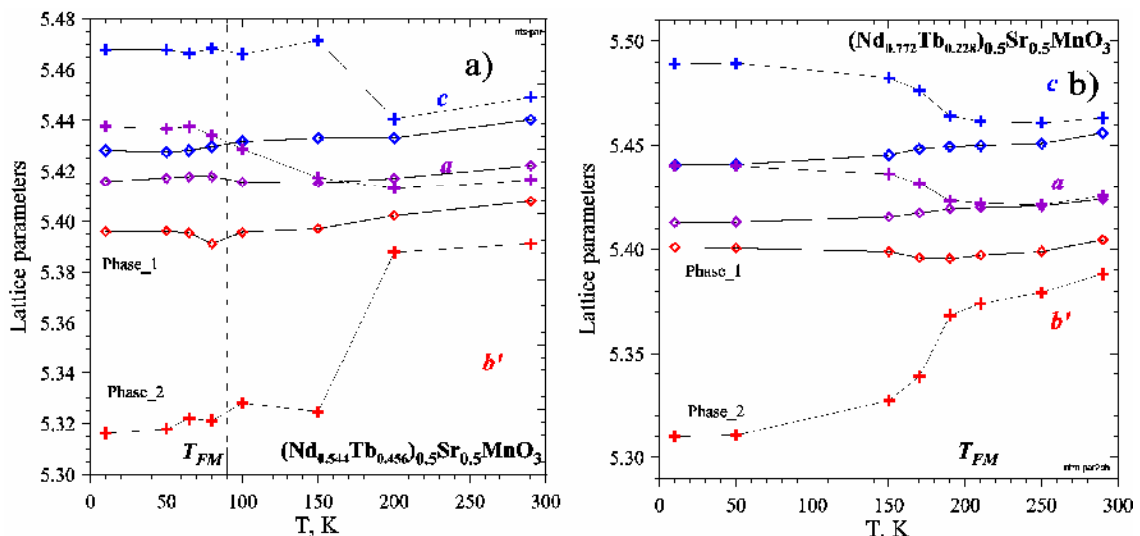


Рис.3. Поведение параметров элементарных ячеек двух кристаллических фаз для составов NTS (а) и NTM (б) в зависимости от температуры.

Табл.1. Величины параметров элементарных ячеек для составов NTS и NTM, найденные при $T=10$ К.

	$a, \text{Å}$	$b, \text{Å}$	$c, \text{Å}$
NTS, 1 phase	5.4160(1)	7.6311(1)	5.4283(1)
NTS, 2 phase	5.4378(3)	7.5186(5)	5.4679(3)
NTM, 2 phase	5.4128(1)	7.6382(1)	5.4406(1)
NTM, 2 phase	5.4402(1)	7.5097(2)	5.4890(1)

При чем FM состояние возникает в исходной кристаллической фазе, AFM порядок соответствует новой кристаллической фазе с заметно другими параметрами ячейки. Нам удалось определить параметры элементарной ячейки (рис.3, табл.1) и положение атомов обеих кристаллических фаз. Предварительные результаты работы опубликованы в [2].

1. N.A. Babushkina, E.A. Chistotina, O.Yu. Gorbenko, et al. Phys. Rev. B. **67**, 100410(R) (2003).
2. N.A. Babushkina, E.A. Chistotina, I.A. Bobrikov et al., J. Phys.: Cond. Matter **17**, 1975 (2005)