



# ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ ИМ. Л.Ф. ВЕРЕЩАГИНА РАН

## КОНФЕРЕНЦИЯ «СИЛЬНО КОРРЕЛИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И КВАНТОВЫЕ КРИТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ»

6 июня 2013 г., г. Москва, г. Троицк

### ТЕЗИСЫ

#### Программный комитет:

Л.В. Келдыш, академик (ФИАН) (председатель)  
П.И. Арсеев, чл.-корр. РАН (ФИАН)  
В.В. Бражкин, чл.-корр. РАН (ИФВД РАН)  
С.В. Демишев, д.ф.-м.н. (ИОФ РАН)  
В.Н. Рыжов, д.ф.-м.н. (ИФВД РАН)  
С.М. Стишов, академик (ИФВД РАН)  
В.Б. Тимофеев, академик (ИФТТ РАН)  
Л.А. Фальковский, д.ф.-м.н. (ИТФ РАН)

#### Оргкомитет:

С.М. Стишов, академик (ИФВД РАН) (председатель)  
П.И. Арсеев, чл.-корр. РАН (ФИАН)  
В.В. Бражкин, чл.-корр. РАН (ИФВД РАН)  
В.И. Бугаков, д.т.н. (ИФВД РАН)  
Т.В. Валянская, к.ф.-м.н. (ИФВД РАН)  
С.В. Демишев, д.ф.-м.н. (ИОФ РАН)  
В.Н. Рыжов, д.ф.-м.н. (ИФВД РАН)  
Л.Б. Солодухина (ИФВД РАН)

Магнитное упорядочение при  $T_N^{\text{мн}}$  сопровождается изменением спектра марганца. При этом сужение и возможный сдвиг широких полос  $Mn^{3+}$  приводит к росту пропускания на частотах 4000-5000  $cm^{-1}$ . Спектр тербия реагирует на установление магнитного порядка и появление внутреннего магнитного поля лишь слабым сужением линий. Наиболее существенные изменения в спектре тербия происходят в области температур ниже  $T_{FE}$ , где, как известно, возникает спонтанная поляризация [2]. Перераспределение зарядов приводит к изменению кристаллического поля и, как следствие, к сдвигу и расщеплению спектральных линий. В области температуры упорядочения тербия  $T_{Tb}$  происходит существенный сдвиг линий редкой земли. Это согласуется со значительным ростом спонтанной поляризации. По спектрам построена энергетическая схема уровней иона  $Tb^{3+}$  в  $TbMnO_3$ , включая основной мультиплет. Объяснена низкотемпературная особенность (80 К) теплопроводности тербиевого манганита. Уровень  $Tb^{3+}$  с энергией  $\sim 4.5$  meV, о котором сообщалось в работе [3], нами обнаружен не был. Наблюдается также более слабый спектр дополнительных центров тербия с другим штарковским расщеплением, связанный, по-видимому, с дефектами.

[1] D Meier et al., New Journal of Physics, 9 (2007) 100.

[2] T. Kimura et al., Nature, 426 (2003) 55.

[3] B. Seniffet al., J.Phys.:Condens. Matter 20 (2008) 434212

### Вклад магнитных подсистем в намагниченность $Nd_2BaNiO_5$

Е.А. Попова<sup>1</sup>, С.А.Климин<sup>2</sup>, М.Н.Попова<sup>2</sup>, А.Н. Васильев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ*

<sup>2</sup> *Институт спектроскопии РАН*

<sup>3</sup> *МГУ им М.В. Ломоносова, физический факультет, 119992 Москва, Россия*

Кристаллическая структура  $Nd_2BaNiO_5$  представлена цепочками ионов  $Ni^{2+}$  ( $S=1$ ), между которыми расположены ионы  $Nd^{3+}$  ( $J=9/2$ ). Изоструктурное соединение  $Y_2BaNiO_5$  не упорядочивается вплоть до 0.1 К, и в спектре магнитных возбуждений наблюдается энергетическая щель -10 meV [1]. В  $Nd_2BaNiO_5$  антиферромагнитное упорядочение наблюдается при  $T_N=48$  К, при этом щель сохраняется и в упорядоченном состоянии [2].

В настоящей работе исследованы температурные зависимости спектров пропускания ионов  $Nd^{3+}$ , а также полевые зависимости намагниченности  $M(B)$  при разных температурах в поликристаллическом  $Nd_2BaNiO_5$ . Точка перегиба на температурной зависимости  $\Delta(T)$  расщепления основного крмерсового дублета иона  $Nd^{3+}$ , полученной из спектроскопических данных, соответствует антиферромагнитному упорядочению в данном соединении. На полевой зависимости намагниченности, измеренной при  $T=4.2$  К в полях до 50 Тл, обнаружено две аномалии при  $B_{cr1}=9.6$  Тл и  $B_{cr2}=16.4$  Тл. Величина намагниченности и значения критических полей полностью соответствуют данным, полученным ранее на монокристалле  $Nd_2BaNiO_5$  [3]. Отметим, что в указанной работе не дано объяснения резких аномалий на зависимости  $M_c(B)$ . С ростом температуры величина  $B_{cr1}$  увеличивается, однако эта аномалия на полевой зависимости намагниченности исчезает при  $T=15$  К, т.е. задолго до температуры антиферромагнитного перехода.

Зависимость  $\Delta(T)$ , полученная из спектроскопических данных, была использована для оценки вклада неодимовой подсистемы в намагниченность. В упорядоченном состоянии магнитные моменты ионов  $Ni^{2+}$  лежат в плоскости (ac) кристалла и отклонены на угол  $35^\circ$  от оси  $c$  [2]. Сильная анизотропия ионов  $Nd^{3+}$ , проявляющаяся в анизотропии g-фактора ( $g_a=0.36$ ,  $g_b=0.94$ ,  $g_c=5.54$  [4]) приводит к тому, что магнитные моменты неодима лежат вдоль оси  $c$  кристалла, причем магнитные моменты иона  $Nd^{3+}$  не отклоняются от оси  $c$  даже под действием внешнего магнитного поля  $B$  (вплоть до 50 Тл). Если  $B \parallel c$ , то при  $B < B_{cr1}$  намагниченность подрешетки Nd с магнитными моментами, направленными вдоль  $B$ , увеличивается, а другой подрешетки с магнитными моментами, направленными против  $B$ , уменьшается. Экспериментальная зависимость  $M(B)$  описывается вкладом неодимовой подсистемы и парамагнитными примесями. Вклад никелевой подсистемы гораздо меньше, чем можно было бы ожидать в антиферромагнитно упорядоченной подсистеме никеля. Это связано с тем, что неконтролируемые немагнитные примеси приводят к разрывам цепочек. Взаимодействие спинов  $S=1/2$ , возникающих на концах сегментов цепочек, приводит к триплетному состоянию, которое расщепляется внешним и внутренним магнитным полем. Концентрация таких триплетов в соединении порядка 5%, что дает малый вклад в суммарную намагниченность. При  $B=B_{cr1}$  магнитные моменты иона  $Ni^{3+}$  отклоняются на угол  $58^\circ$  к оси  $c$  кристалла, а магнитные моменты остаются вдоль оси  $c$ . С ростом поля в интервале  $B_{cr1} < B < B_{cr2}$  величина намагниченности второй подрешетки неодима не изменяется и практически равна нулю. При  $B_{cr2}$  все магнитные моменты неодима выстраиваются вдоль поля, а магнитные моменты иона  $Ni^{2+}$  составляют с направлением магнитного поля угол  $35^\circ$ . Если  $B \parallel a,b$ , то обе подрешетки никелевой и неодимовой подсистем эквивалентны по отношению к внешнему полю. Поэтому резкого изменения направления магнитных моментов никеля не происходит во всем исследованном интервале полей.

Работа выполнена в рамках проекта № 112 Центра фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

1. J. Darriet and L. P. Regnault, Solid State Commun. 86, 409 (1993).
2. Zheludev, J. M. Tranquada, T. Vogt, and D. J. Buttrey, Phys.Rev. B 54, 7210 (1996).
3. S. Okubo, H. Ohta, T. Tanaka, T. Yokoo, J. Akimitsu, Physica B 284, 1475 (2000)
4. M.N. Popova, S.A. Klimin, E.P. Chukalina, E.A. Romanov, B.Z. Malkin, E. Antic-Fidancev, B.V. Mill, G. Dhalenne, Phys. Rev. B 70, 024414 (2005).