

# Размерные эффекты в трехслойной магнитной системе с билинейным и биквадратичным обменными взаимодействиями

Знаменская Наталья Вячеславовна

Студентка

Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
Физический факультет, Кафедра физики низких температур и сверхпроводимости  
nznam@mail.ru

В настоящей работе рассматривается динамика нелинейных межслоевых обменных взаимодействий в трехслойной анизотропной магнитной системе на основе модели связанных ротаторов, предложенной в работе [1]. Вектора намагниченности слоев представляются как ротаторы и описываются классической функцией Гамильтона  $H = H_0 + H_{\text{int}}$ .

Гамильтониан  $H_0$  для трех невзаимодействующих слоев имеет вид:

$$H_0 = \sum_{i=1}^3 \left[ \frac{\alpha_i}{2} (M_{ix}^2 + M_{iy}^2) + \frac{\beta_i}{2} M_{iz}^2 \right], \quad (1)$$

где  $\alpha_i > 0$  и  $\beta_i > 0$  - константы анизотропии легкой плоскости и легкой оси для  $i$ -го слоя, соответственно;  $M_{ix}$ ,  $M_{iy}$ ,  $M_{iz}$  - компоненты векторов намагниченности слоев  $M_i$ , где  $i = 1, 2, 3$ .

Гамильтониан  $H_{\text{int}}$  с учетом попарного взаимодействия ближайших слоев в системе записывается в виде:

$$H_{\text{int}} = J_1^{12} (M_1, M_2) + J_1^{23} (M_2, M_3) + J_2^{12} (M_1, M_2)^2 + J_2^{23} (M_2, M_3)^2, \quad (2)$$

где  $(M_1, M_2)$ ,  $(M_2, M_3)$  - скалярные произведения векторов намагниченности. Здесь  $J_1^{12}$ ,  $J_1^{23}$  - константы билинейного и  $J_2^{12}$ ,  $J_2^{23}$  - константы биквадратичного взаимодействий между соответствующими слоями.

Получена система уравнений движения для векторов намагниченности слоев:

$$\frac{1}{\gamma} \frac{dM_1}{dt} = (\beta_1 - \alpha_1) (\vec{n} \vec{M}_1) [\vec{n} \vec{M}_1] + (J_1^{12} + 2J_2^{12} (\vec{M}_1 \vec{M}_2)) [\vec{M}_2 \vec{M}_1] \quad (3)$$

$$\frac{1}{\gamma} \frac{dM_2}{dt} = (\beta_2 - \alpha_2) (\vec{n} \vec{M}_2) [\vec{n} \vec{M}_2] + (J_1^{12} + 2J_2^{12} (\vec{M}_1 \vec{M}_2)) [\vec{M}_1 \vec{M}_2] + (J_1^{23} + 2J_2^{23} (\vec{M}_2 \vec{M}_3)) [\vec{M}_3 \vec{M}_2]$$

$$\frac{1}{\gamma} \frac{dM_3}{dt} = (\beta_3 - \alpha_3) (\vec{n} \vec{M}_3) [\vec{n} \vec{M}_3] + (J_1^{23} + 2J_2^{23} (\vec{M}_2 \vec{M}_3)) [\vec{M}_2 \vec{M}_3],$$

где  $\vec{n}$  - единичный вектор нормали, направленный вдоль оси  $z$  перпендикулярно плоскости  $(x, y)$ .

Численное решение этой системы позволило исследовать динамическое поведение векторов намагниченности, влияние анизотропии магнитных слоев, соотношения величин билинейного и биквадратичного обменных взаимодействий, размерные эффекты, связанные с четностью и нечетностью числа магнитных слоев.

Показано, что при определенных условиях, для ряда конфигураций векторов намагниченности в системе трех слоев билинейное взаимодействие полностью компенсируется, что не наблюдалось для двухслойной системы (т.е. при четном числе слоев).

Литература:

[1] B. Esser, V. Rzhetskii. Phys. Rev. B **72**, 012310 (2005).