

# Особенности нелинейного обменного взаимодействия в слоистой магнитной системе [Gd/Cr/Co]

Синельникова Наталья Владимировна

студентка, 5 курс

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: sinelnikova\_@mail.ru

В последнее время интенсивно исследуются свойства многослойных магнитных наноразмерных структур, среди них, осцилляции обменного межслоевого взаимодействия как функции толщины “спейсера”, различные размерные эффекты, распространение магнитного порядка на немагнитные слои, гигантское магнетосопротивление и др.

Цель настоящей работы – применить феноменологическую модель связанных ротаторов [1] к слоистой структуре [Gd/Cr/Co]. В частности, исследуется динамика векторов намагниченности слоев Gd и Co при изменении толщины немагнитного слоя Cr, основываясь на экспериментальных зависимостях констант билинейного и биквадратичного нелинейных взаимодействий от толщины слоя Cr [2], с учетом характерных для Gd и Co параметров магнитной анизотропии и намагниченности насыщения. Рассматриваемая система представляет собой два магнитных плоских слоя, разделенных немагнитным слоем – “спейсером”, взаимодействие векторов намагниченности слоев моделируется поведением двух связанных ротаторов.

Гамильтониан системы включает в себя слагаемые, характеризующие анизотропию слоев, и описывающие обменные межслоевые взаимодействия:

$$H = \sum_{i=1}^2 \left[ \frac{K_{1i}}{2} (M_{ix}^2 + M_{iy}^2) + \frac{K_{2i}}{2} M_{iz}^2 \right] + J_1 (M_1, M_2) + J_2 (M_1, M_2)^2, \quad K_{1i} \neq K_{2i} \quad (1)$$

$i=1,2$  – номер слоя,  $K_{1i}, K_{2i}$  – коэффициенты анизотропии  $i$ -го слоя,  $J_1, J_2$  – константы билинейного и биквадратичного взаимодействий соответственно.

Движение векторов намагниченностей слоев в данной системе без учета диссипации энергии описывается уравнениями Ландау-Лифшица:

$$\frac{d\vec{M}_i}{dt} = -\gamma_i [\vec{M}_i \times \vec{H}_{eff}], \quad (2)$$

где  $\gamma_i$  – гиромагнитное отношение,  $M_i$  – намагниченность  $i$ -го слоя, эффективное магнитное поле  $H_{eff}$  включает поле анизотропии и поле, обусловленное нелинейными взаимодействиями с вектором намагниченности соседнего слоя.

С помощью численного решения уравнений Ландау-Лифшица строится динамическая фазовая диаграмма системы. Предварительные результаты показывают, что заметное влияние на фазовый портрет оказывает различие характеристик магнитных слоев, редкоземельного Gd и переходного металла Co, а именно, отличие в величинах энергий магнитной анизотропии и намагниченностей насыщения. При определенных значениях толщины немагнитного “спейсера” и соответствующих ей константах нелинейных взаимодействий возможны бифуркации, причем из-за различия коэффициентов анизотропии слоев Gd и Co фазовые траектории могут иметь несимметричную форму, в отличие от фазовых портретов, полученных для систем из одинаковых магнитных слоев [1].

## Литература

1. B. Esser, V. Rzhetskii, Phys. Rev. **В 72**, 012310, (2005)
2. G. Suci, J. C. Toussaint, J. Voiron, J. Magn. Mater. **240**, 229, (2002).