

УДК 538.91

**УЧЕТ МНОГОДОМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ  
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ СПОНТАННОГО  
КОЭФФИЦИЕНТА ХОЛЛА СОЕДИНЕНИЙ  
 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{V}$  И  $\text{Y}_2(\text{Fe},\text{Co})_{17}$**

**К.П. Скоков, А.Г. Хохолков, Х. Бартоломе, Ю.Г. Пастушенков**  
Тверской государственной университет,  
кафедра магнетизма

С учетом многодоменного состояния образца описан качественный характер температурных зависимостей спонтанного коэффициента Холла и сопротивления Холла в области спин-переориентационных переходов.

Температурные зависимости электросопротивления и эффекта Холла монокристаллов соединений  $\text{Y}_2(\text{Fe},\text{Co})_{17}$  были измерены в Институте исследования материалов Арагона (г. Сарагоса, Испания). Измерения проводились в температурном интервале 5–300 К четырехзондовым методом Ван дер Пау. Измерение аномального эффекта Холла проводилось в магнитных полях величиной до 5 кЭ, приложенных вдоль  $c$ -оси монокристалла и в плоскости, перпендикулярной к ней.

На рис. 1, *а* представлены типичные температурные зависимости сопротивления Холла  $\rho_H(T)$  для соединений  $\text{Y}_2(\text{Fe},\text{Co})_{17}$ , измеренные в поле 1 кЭ, приложенном вдоль и перпендикулярно кристаллографической оси  $c$  монокристалла, на рис. 1, *б* – соответствующие температурные зависимости спонтанного коэффициента Холла.

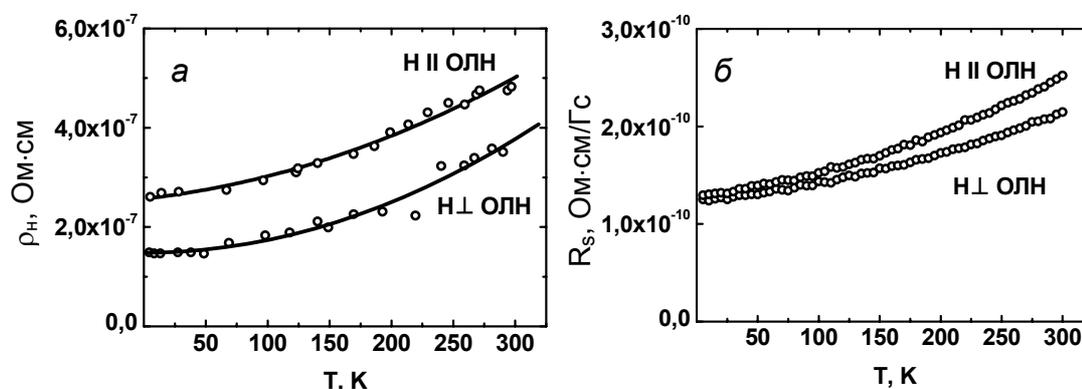


Рис. 1. Температурные зависимости: сопротивления аномального эффекта Холла для соединения  $\text{Y}_2\text{Fe}_{8,5}\text{Co}_{8,5}$  (*а*) и спонтанного коэффициента Холла  $R_s$  для соединения  $\text{Y}_2\text{Fe}_{8,5}\text{Co}_{8,5}$  (*б*)

Значения и температурный ход  $\rho_H(T)$  и  $R_s(T)$  зависят от ориентации образца относительно внешнего магнитного поля. Большие значения  $\rho_H(T)$  и  $R_s(T)$  соответствуют ориентации поля параллельно ОЛН.

Спонтанный коэффициент Холла может быть представлен в виде [1]

$$R_s = \frac{a \cdot M_3}{4\pi \cdot I} + b\rho^2. \quad (1)$$

Первая часть выражения (1) представляет собой вклад от рассеяния носителей тока на магнитных неоднородностях, вторая – вклад от рассеяния на фонах. Здесь  $\rho$  – электросопротивление,  $M_3$  – момент флуктуаций намагниченности третьего порядка. Флуктуации магнитных моментов могут быть представлены в виде второй производной намагниченности по магнитному полю:

$$M_3(T) = \left\langle \left( M_H - \langle M_H \rangle \right)^3 \right\rangle = (k_b T)^2 \frac{\partial^2}{\partial H^2} (M_H). \quad (2)$$

В отличие от традиционного подхода, в котором  $M_H(T)$  трактуется как значение спонтанной намагниченности однодоменного образца в поле  $H$ , мы рассматривали  $M_H(T)$  как намагниченность многодоменного образца в поле  $H$ , определенную с использованием методики численного расчета, основанной на методе фаз Нееля [2]. При этом исходили из предположения, что существует корреляция между флуктуациями спонтанной намагниченности  $M_s$  и флуктуациями намагниченности  $M(H)$  многодоменного образца в заданном поле. Для вычисления температурных зависимостей  $M_3(T)$  (внешнее поле принималось равным 1 кЭ, что соответствует полю, в котором проводились измерения) рассчитывались кривые намагничивания в заданном направлении. Значение  $M_3$  определялось путем дифференцирования кривой намагничивания по полю.

Нами использовались полученные из эксперимента температурные зависимости электросопротивления и констант МКА  $K_1$  и  $K_2$ . Результаты вычислений спонтанного коэффициента Холла для соединения  $Y_2Fe_{8,5}Co_{8,5}$  представлены на рис. 2.

Характер температурных зависимостей спонтанного коэффициента Холла соединения  $Nd_2Fe_{14}V$  неодинаков для различных направлений внешнего поля относительно оси  $c$  [1]: в поле, перпендикулярном оси  $c$ , наблюдается острый минимум на температурной зависимости спонтанного коэффициента Холла в области спин-переориентационного перехода ЛК–ЛЮ. Необходимые для расчетов значения электросопротивления соединения  $Nd_2Fe_{14}V$  взяты из работы [1], значения констант МКА и намагниченности насыщения  $I_S(T)$  – из работы [3]. Результаты расчета приведены на рис. 3.

Согласно полученным данным, в области спин-переориентационных переходов изменение вида температурной зависимости спонтанного коэффициента Холла определяется в основном изменением вклада от рассеяния носителей тока на магнитных неоднородностях, который минимален при намагничивании образца вдоль направления легкого намагничивания. Предложенная модель позволяет описать качественный характер температурных зависимостей спонтанного коэффициента и сопротивления Холла.

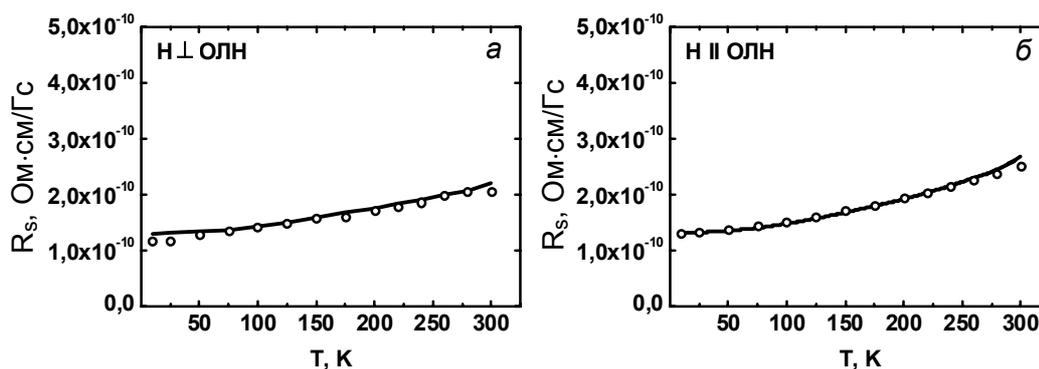


Рис. 2. Температурные зависимости спонтанного коэффициента Холла соединения  $Y_2Fe_{8.5}Co_{8.5}$ . Магнитное поле приложено перпендикулярно (а) и вдоль оси  $c$  монокристалла (б). Точки – экспериментальные данные, линии – расчетные кривые

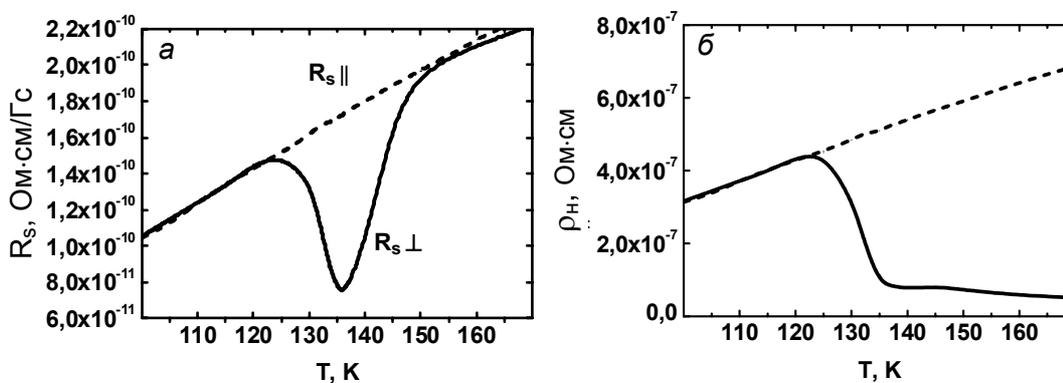


Рис. 3. Расчетные температурные зависимости спонтанного коэффициента Холла  $R_s$  (а) и сопротивления Холла в поле 1 кЭ (б) соединения  $Nd_2Fe_{14}B$ . Сплошная линия – внешнее магнитное поле перпендикулярно ОЛН, штрихованная линия – внешнее магнитное поле направлено вдоль ОЛН

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект НШ-205.2003.2) и грантов РФФИ № 05-02-17197 и 05-02-16361.

#### Список литературы

1. Stankiewicz J., Bartolome J. Hall effect through magnetic phase transitions in  $Nd_2Fe_{14}B$  //Phys. Rev. Lett. 1999. V. 83, № 10. P. 2026–2029.
2. Neel L. Les lois de l'aimantation et de subdivision en domaines elementaires d'un monocristal de fer (I) //J. de Phys.Radium. 1944. V. 5. P. 241–251.
3. Рыбак А.А., Скоков К.П., Супонев Н.П., Пастушенков Ю.Г. Магнитная анизотропия соединений  $Nd_2Fe_{14-x}Co_xB$  ( $R=Nd, Y$ ) //Вестник ТвГУ. Сер. Физ. 2004. Вып. 1. № 4(6). С. 33–38.