

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.

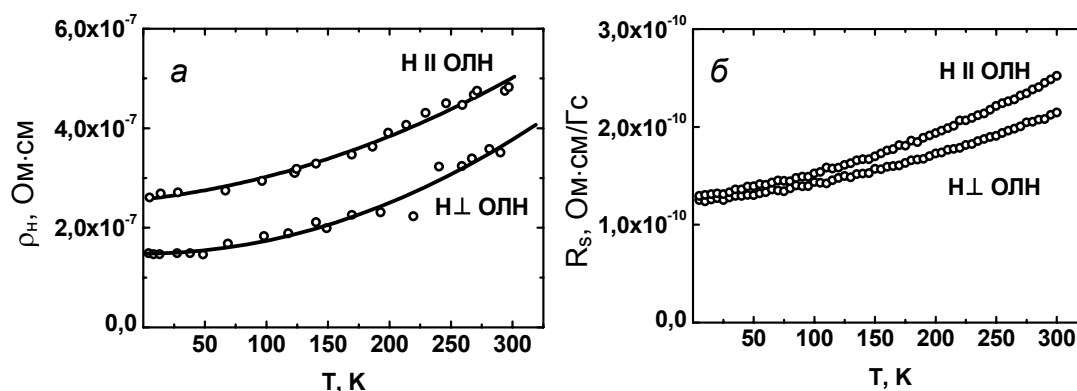


Рис. 1. Температурные зависимости: сопротивления аномального эффекта Холла для соединения $\text{Y}_2\text{Fe}_{8,5}\text{Co}_{8,5}$ (*а*) и спонтанного коэффициента Холла R_s для соединения $\text{Y}_2\text{Fe}_{8,5}\text{Co}_{8,5}$ (*б*)

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 ρ – 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.

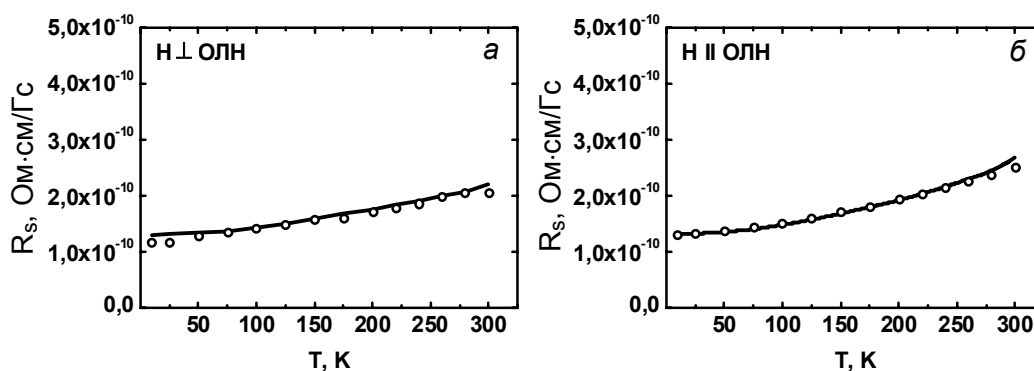


Рис. 2. Температурные зависимости спонтанного коэффициента Холла соединения $\text{Y}_2\text{Fe}_{8.5}\text{Co}_{8.5}$. Магнитное поле приложено перпендикулярно (а) и вдоль оси c монокристалла (б). Точки – экспериментальные данные, линии – расчетные кривые

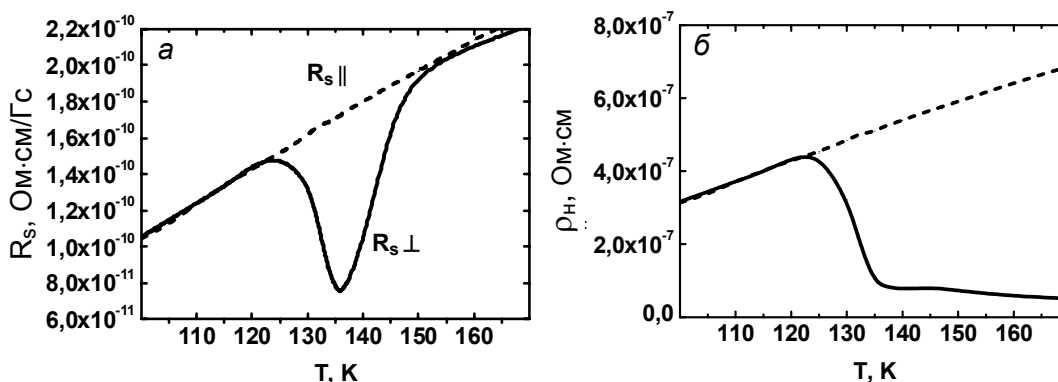


Рис. 3. Расчетные температурные зависимости спонтанного коэффициента Холла R_s (а) и сопротивления Холла в поле 1 кЭ (б) соединения $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Сплошная линия – внешнее магнитное поле перпендикулярно ОЛН, штрихованная линия – внешнее магнитное поле направлено вдоль ОЛН

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 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ //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 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14-x}\text{Co}_x\text{B}$ ($R=\text{Nd}, \text{Y}$) //Вестник ТвГУ. Сер. Физ. 2004. Вып. 1. № 4(6). С. 33–38.