

УДК 621

В.А.Зюзин (5 курс, каф. ФТТ), А.Ю.Зюзин, к.ф.-м.н., с.н.с.

ПРОДОЛЬНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ МАГНИТНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУР

В работе была теоретически исследована продольная проводимость неупорядоченной магнитной многослойной структуры. Магнитная многослойная структура – это искусственная структура, в которой чередуются пленки ферромагнитных (Fe, Co) и немагнитных металлов (Cr, Cu, Ru, Ag). Основным интересом исследования таких структур является так называемое гигантское магнетосопротивление – уменьшение электросопротивления структуры в магнитном поле.

Основным механизмом возникновения гигантского магнетосопротивления считается спин зависимое рассеяние на границе слоев на атомах внедрения от соседнего слоя [1]. Было показано, что магнетосопротивление быстро убывает при увеличении толщины немагнитного металла (L). Например, максимальное магнетосопротивление для структуры Fe/Cr в случае антиферромагнитного взаимодействия было обнаружено при ширине Fe и Cr в 18Å и 9Å соответственно [2].

Однако в условиях неупорядоченности структуры важным оказывается учет рассеяния на дефектах и примесях кристаллической решетки. В случае, когда длина свободного пробега электрона проводимости мала по сравнению с толщиной немагнитного металла, такой фактор рассеяния является определяющим.

Была вычислена поправка к продольной проводимости в зависимости от ориентации намагниченностей ферромагнетиков в случае неупорядоченности структуры. Вычисление проводилось в рамках квантовой теории поправок Альтшулера и Аронова [3]. Было показано, что в случае слабого расщепления энергетических уровней электронов проводимости за счет эффективного магнитного поля в ферромагнетиках, то есть $D/L^2 \gg \varepsilon$, поправка к удельной проводимости равна

$$\frac{\Delta\sigma_{y0}}{\sigma} \sim \frac{f \cos \varphi}{D} \ln \frac{D}{\varepsilon L^2}.$$

Здесь ε - величина ферромагнитного расщепления, σ - друдевская проводимость, f – безразмерная константа электрон-электронного взаимодействия, D – коэффициент диффузии электронов проводимости, φ - угол между намагниченностями ферромагнитных слоев, для простоты постоянная Планка опущена.

При антиферромагнитном взаимодействии результат согласуется с экспериментом и является более точной оценкой проводимости при увеличении толщины немагнитного металла, в отличие от теоретической оценки, сделанной в [1].

Для случая сильного расщепления, $\varepsilon \gg D/L^2$, удельная проводимость равна

$$\frac{\Delta\sigma_{y0}}{\sigma} \sim -\frac{f \cos^2 \varphi}{D}.$$

Простая оценка показывает, что в случае слабого расщепления поправка в зависимости от ε составляет не более 10%, а в случае сильного расщепления не более 1% к друдевской проводимости.

ЛИТЕРАТУРА:

1. P. M. Levy, S. Zhang, A. Fert, Phys. Rev. Lett. 65, 1643 (1990), Phys. Rev. B 45, 8689 (1992).

2. M.N.Baibich et al., J. Chazelas, Phys. Rev. Lett. 61, 2472 (1988).
3. B.L.Altshuler, A.G.Aronov. "Electron-Electron Interaction In Disordered Conductors", Elsevier Science Publishers B. V., 1985.