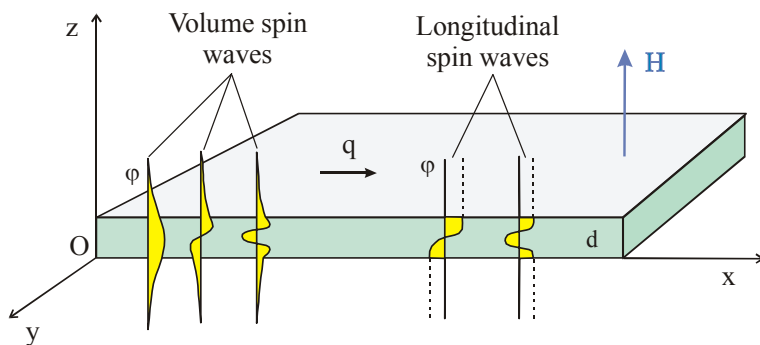


Коллективные спинволновые возбуждения в гранулированных структурах с магнитными наночастицами

Коллективные спинволновые возбуждения в гранулированных структурах с магнитными наночастицами обладают рядом особенностей, отличающих их от возбуждений в ферромагнитных образцах. Спиновая разупорядоченность наночастиц в гранулированных структурах приводит к существенному изменению дисперсионных кривых спиновых волн и к появлению дополнительных ветвей. В [5] в предположении, что длина спиновой волны λ много больше расстояния между частицами, в рамках модели Гейзенберга с магнитным дипольным и обменным взаимодействиями между спинами найдены дисперсионные кривые спиновых волн в зависимости от параметров спинового порядка. В неупорядоченных магнитных системах появляются продольные спинволновые моды. На рис. 1 продольные спиновые волны показаны для пленочного образца (в нормально намагниченной пленке – longitudinal spin waves, в касательно намагниченной пленке – дополнительная мода, появляющаяся в surface spin waves). Продольные моды характеризуются изменением плотности магнитного момента. В ферромагнитно упорядоченных структурах продольные моды вырождены и не наблюдаются (рис. 2). На рис. 3 показаны экспериментальные зависимости поверхностных спиновых волн для пленки SiO_2 с наночастицами Co .

a.



b.

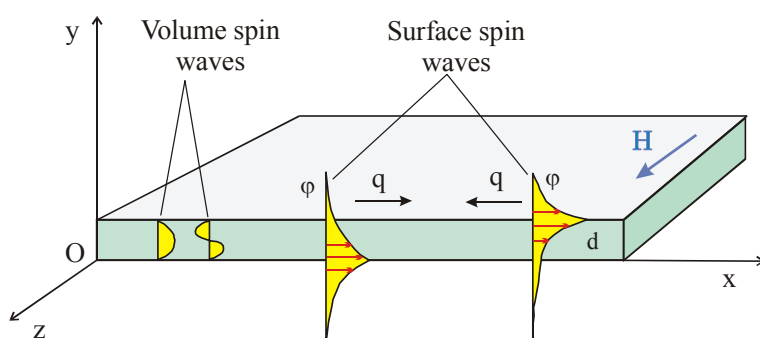


Рис. 1. а). Распределение магнитостатического потенциала $\varphi(r, \omega)$ по профилю распространяющихся прямых объемных и продольных спиновых волн в нормально намагниченной пленке.

(b). Распределение магнитостатического потенциала $\varphi(r, \omega)$ объемных спиновых волн и поверхностных волн, распространяющихся в противоположных направлениях в касательно намагниченной пленке.

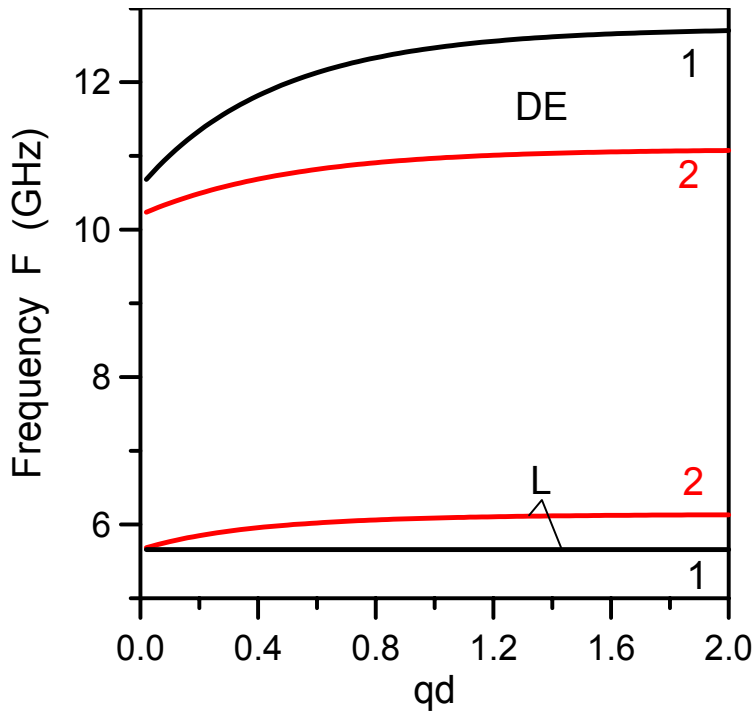


Рис. 2. Влияние неколлинеарности спинов с распределением $f(\theta)$ относительно направления магнитного поля на дисперсионные кривые поверхностных спиновых волн - моды Даймона-Эшбаха (DE) и продольной моды (L) - для пленки с магнитным беспорядком с намагниченностью насыщения $4\pi M = 5$ kOe в магнитном поле $H = 2$ kOe. Верхняя ветвь является поверхностной DE модой и нижняя ветвь - продольной спинволновой модой. Волновой вектор q нормирован на толщину пленки d . Параметры порядка $\xi = \frac{1}{2} \int_0^\pi f(\theta)(1 + \cos^2 \theta) \sin \theta d\theta$, $\zeta = \int_0^\pi f(\theta) \cos \theta \sin \theta d\theta$: (1) - $\xi = 1$, $\zeta = 1$ (ферромагнитный порядок); (2) - $\xi = 0.9$, $\zeta = 0.7$.

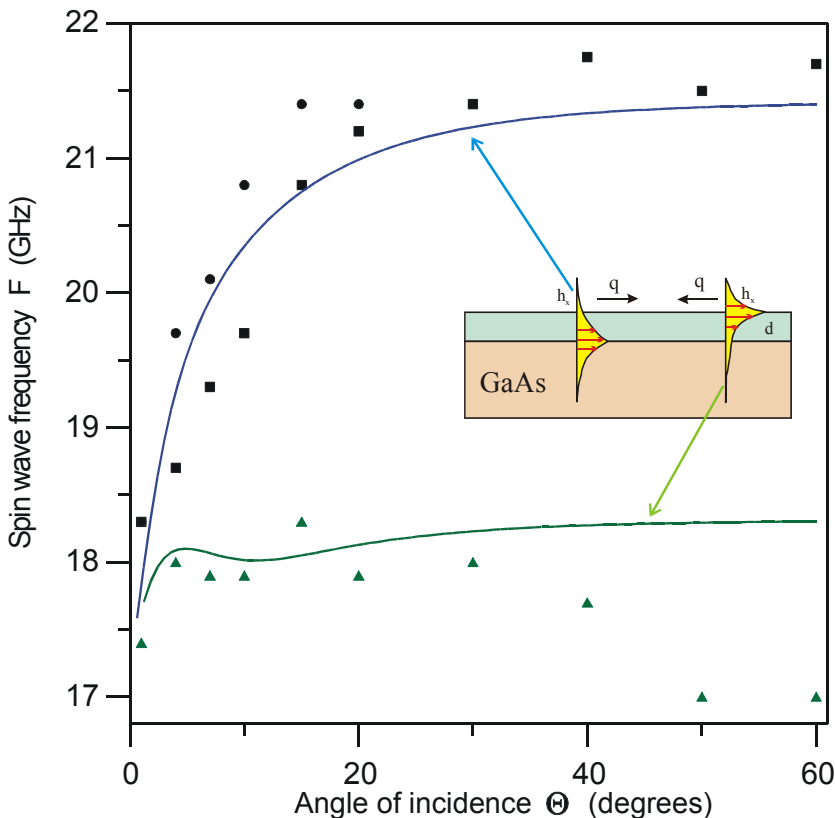


Рис. 3. Дисперсионные кривые поверхностных спиновых волн (моды DE), распространяющихся в пленке $(\text{SiO}_2)_{100-x}\text{Co}_x$ толщиной 600 nm с концентрацией наночастиц Co $x = 83$ at.%. Внешнее магнитное поле $H = 3$ kOe, намагниченность насыщения $4\pi M = 9.82$ kOe. h_x - профиль x -компоненты переменного магнитного поля спиновой волны. Параметры разориентации спинов наночастиц Co $\xi = 0.76$, $\zeta = 0.28$ около свободной поверхности и $\xi = 0.97$, $\zeta = 0.92$ вблизи интерфейса с GaAs. (Экспериментальные данные получены А. Сташкевичем.)