



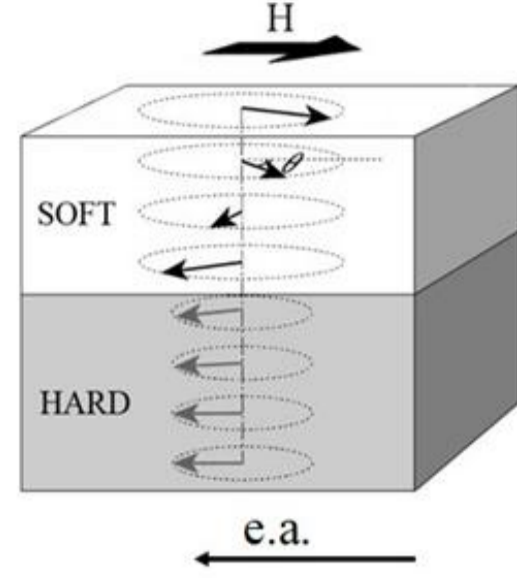
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ТРЕХСЛОЙНОЙ МАГНИТОТВЕРДОЙ/МАГНИТОМЯГКОЙ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ

Тааев Т.А.,* Хизриев К.Ш., Муртазаев А.К.

*taaev89@mail.ru

Структура и модель магнитотвердого/магнитомягкого бислоя

Бислой состоит из двух магнитных слоев. Магнитотвердый слой (HARD) характеризуется большим значением анизотропии K (легкая ось (e.a.)), а магнитомягкий (SOFT) – высокой остаточной намагниченностью M .



Для исследования магнитных свойств магнитотвердого/магнитомягкого бислоя использовалась простейшая модель, обобщающая стандартную XY-модель.

Гамильтониан

$$H = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} J(S_i^x S_j^x + S_i^y S_j^y) - \sum_i K(S_i^x)^2 - g\mu_B \sum_i \vec{H}_0 \vec{S}_i$$

J – константа обменного взаимодействия,
 K – константа анизотропии,
 $g \approx 2$ – фактор Ланде,
 μ_B – магнетон Бора,
 H_0 – внешнее магнитное поле,
 S – магнитный момент атомов (спин)

Рассчитываемые параметры

Алгоритм – стандартный алгоритм Метрополиса

$$M = \left\langle \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i \right\rangle$$

$$M_{long} = \left\langle \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i \right\rangle \cos \alpha$$

$$M_{tran} = \left\langle \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i \right\rangle \sin \alpha$$

N – количество атомов,
 M_{long} – продольная составляющая общей намагниченности M ,
 M_{tran} – поперечная составляющая общей намагниченности M .

В ходе численного эксперимента были использованы следующие параметры:

$J_s = 2.8 \times 10^{-6}$ erg/cm,
 $J_h = 1.2 \times 10^{-6}$ erg/cm,
 $J_l = 1.8 \times 10^{-6}$ erg/cm,
 $K_h d^2 / J_s = 7.14 \times 10^{-3}$,
 $K_s = 0$,
 $d = 2$ Å (расстояние между атомными слоями),
 $|S_i| = 1$.

Влияние на магнитные свойства увеличение многослойности структуры.

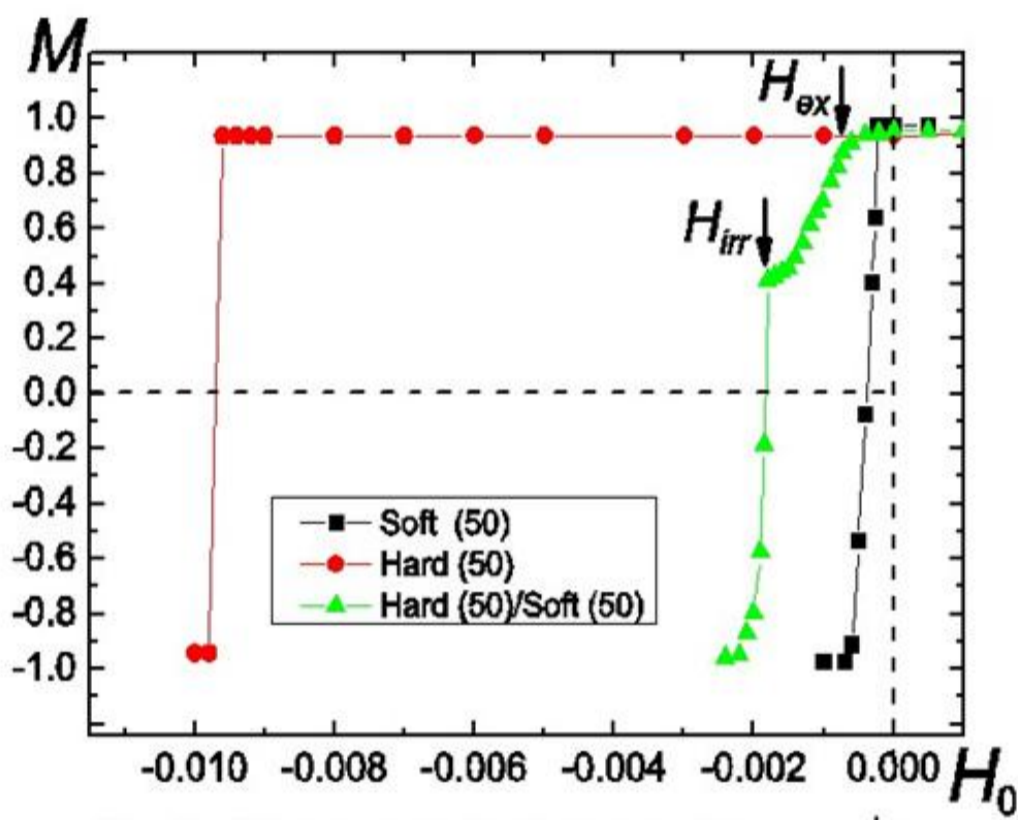


Рис.1. Кривые перемагничивания для магнитотвердого, магнитомягкого и магнитотвердого/магнитомягкого бислоя.

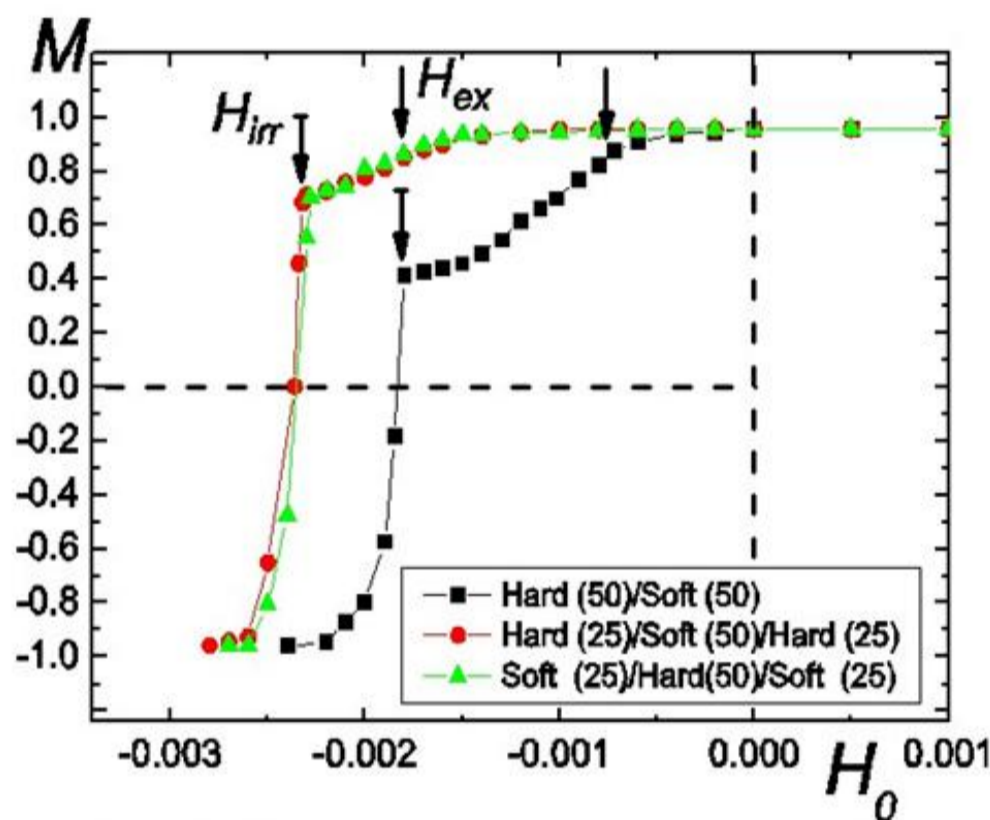


Рис.2. Кривые перемагничивания для трехслойной и двухслойной магнитной гетероструктуры. Соотношение толщин слоев сохранялось для обеих моделей.

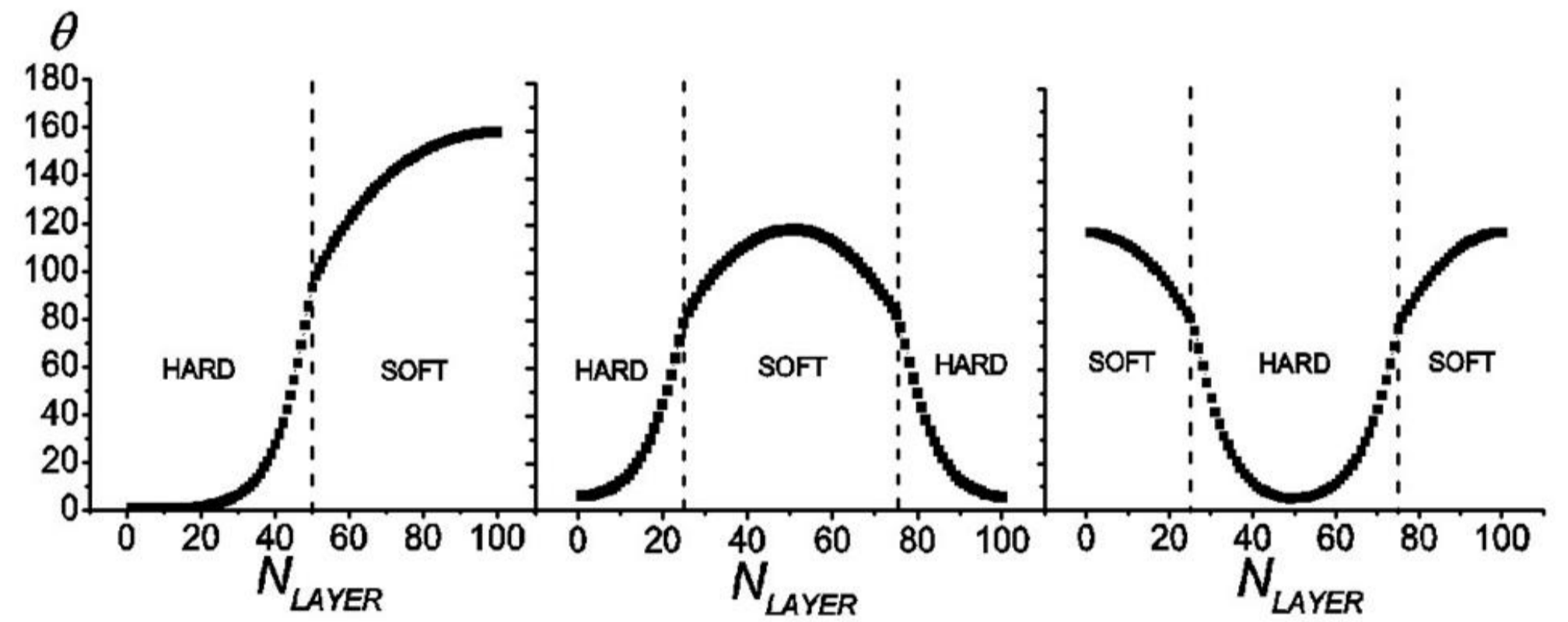


Рис. 3. Углы поворота θ° векторов намагниченности каждого монослоя для трех моделей. Значение внешнего магнитного поля $H_0 = H_{irr}$.

Влияние на температуру T_c увеличение многослойности гетероструктуры.

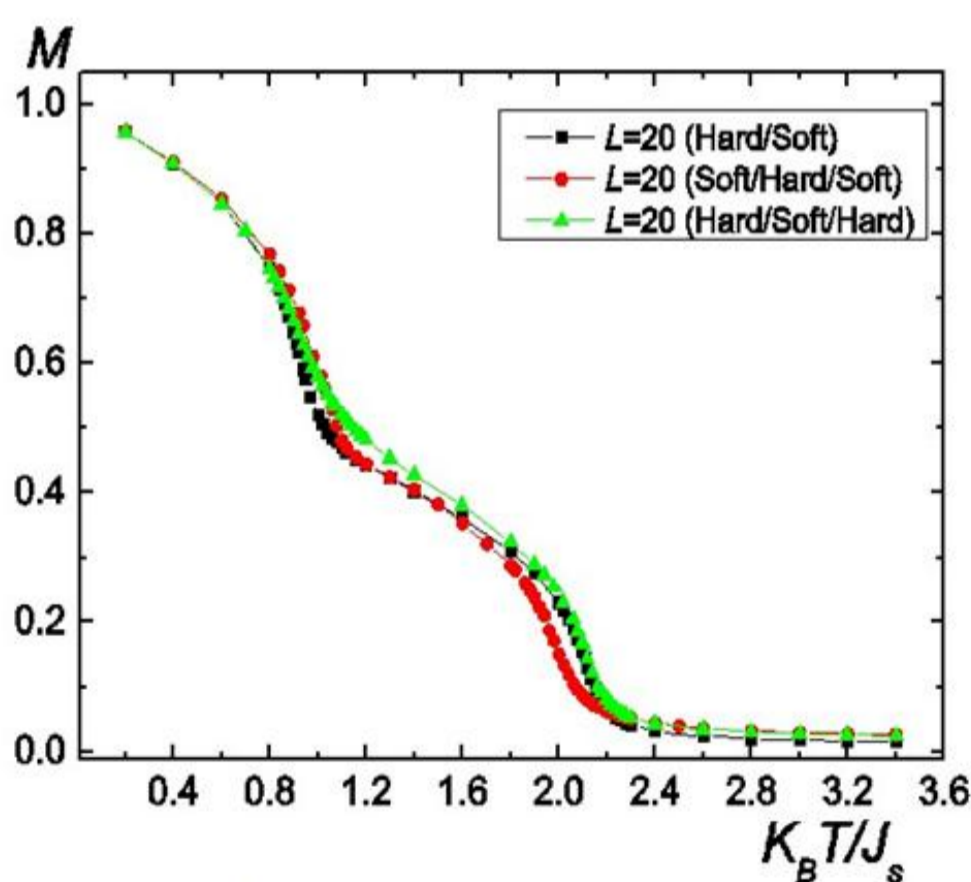


Рис. 4. Температурная зависимость намагниченности и восприимчивости для магнитного бислоя и трехслойной магнитной гетероструктуры с линейными размерами $L = 20$. Для трехслойной модели заметно смещение температур T_c .

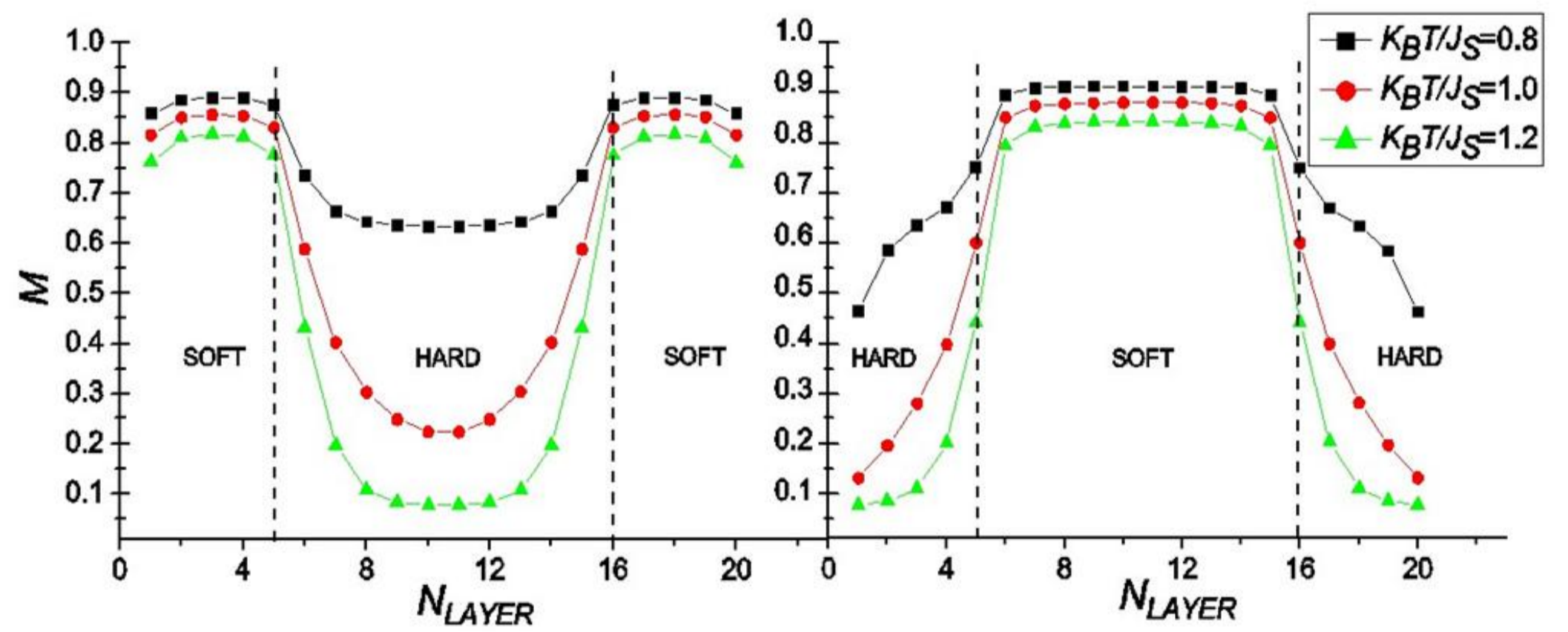
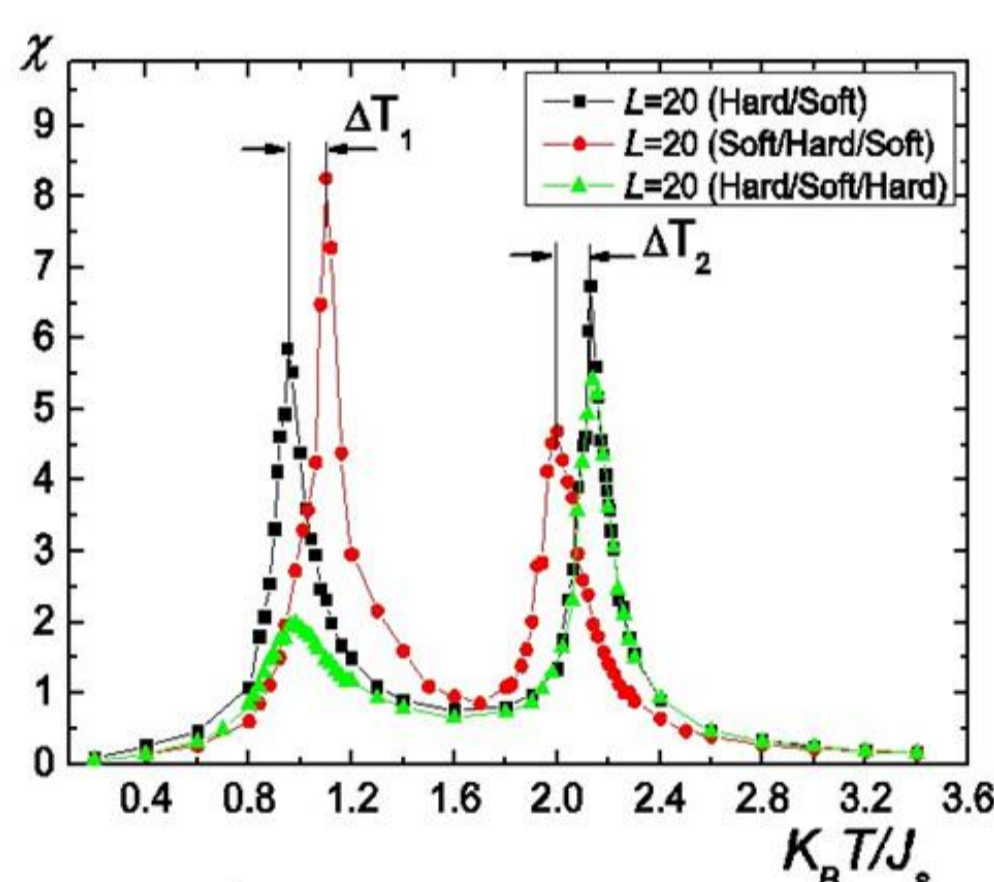


Рис. 5. Намагниченность M_j каждого монослоя для моделей трехслойных магнитных гетероструктур при различной температуре. Линейные размеры моделей $L = 20$.

Заключение

- Разработана модель для исследования модели трехслойной магнитотвердой/магнитомягкой гетероструктуры.
- Построенные кривые перемагничивания для трех моделей. Критическое поле перемагничивания H_{irr} для обеих моделей трехслойной структуры выросло на 25-30 %, а поле обменного смещения H_{ex} на 150 % относительно значений для модели магнитного бислоя.
- Сравнение термодинамических зависимостей основных параметров моделей показало, что для трехслойной модели Soft/Hard/Soft происходит смещение температуры фазового перехода ΔT_1 магнитотвердого слоя в сторону высоких температур из-за воздействия магнитомягкого слоя, а также смещение ΔT_2 магнитомягкого слоя.
- Опираясь на результаты исследования можно будет создавать магнитотвердые/магнитомягкие гетероструктуры с наперед заданными свойствами.