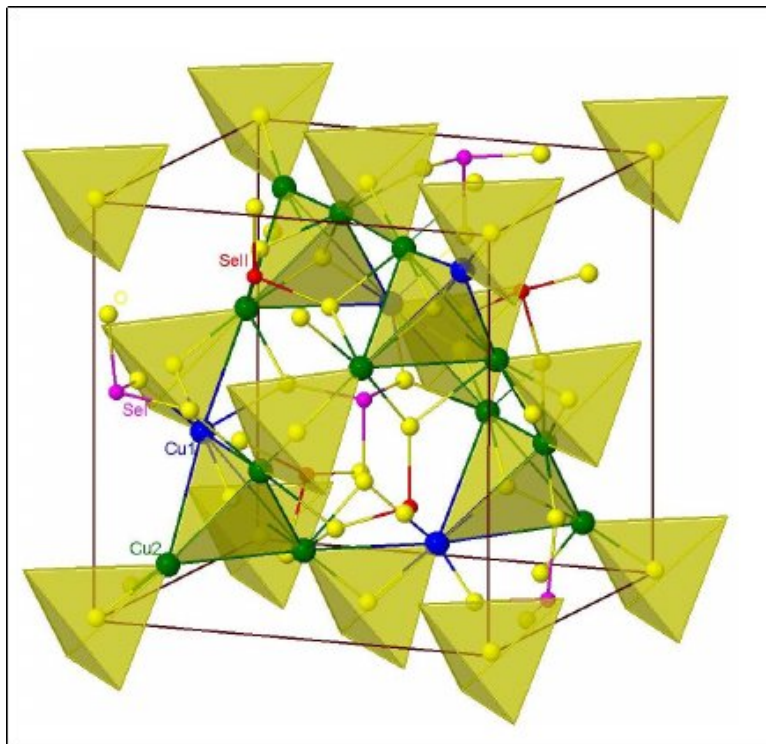
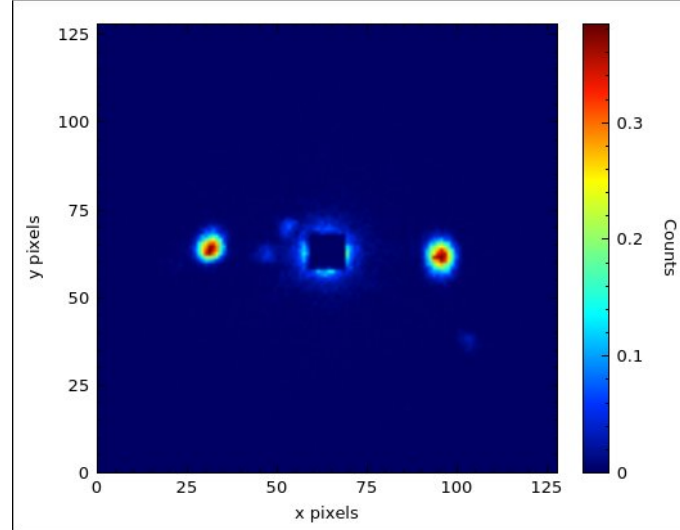


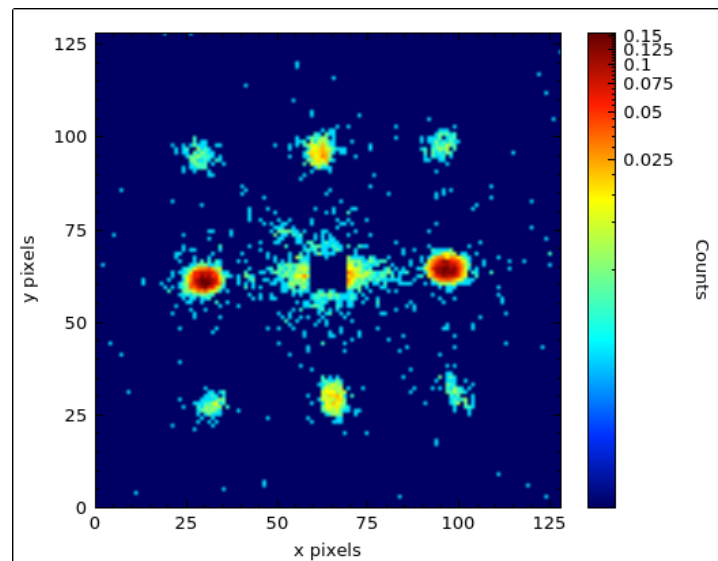
**Измерение спин-волновой  
жёсткости в геликоидальных  
магнетиках с взаимодействием  
Дзялошинского-Мория  $\text{Cu}_2\text{OSeO}_3$**



Кристалл



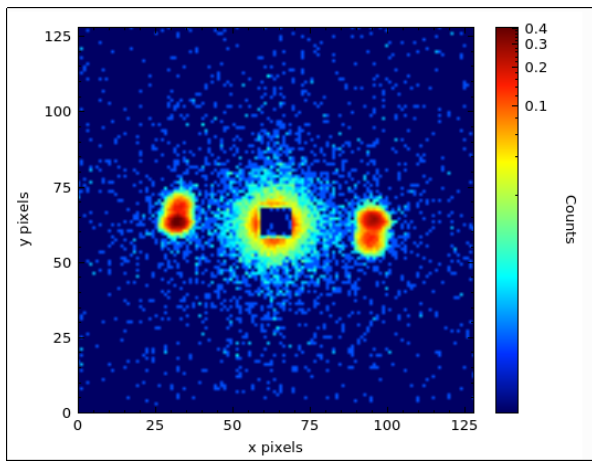
Геликоидальная фаза



A-фаза

$$H_{C2} = 84 \text{ mT}$$

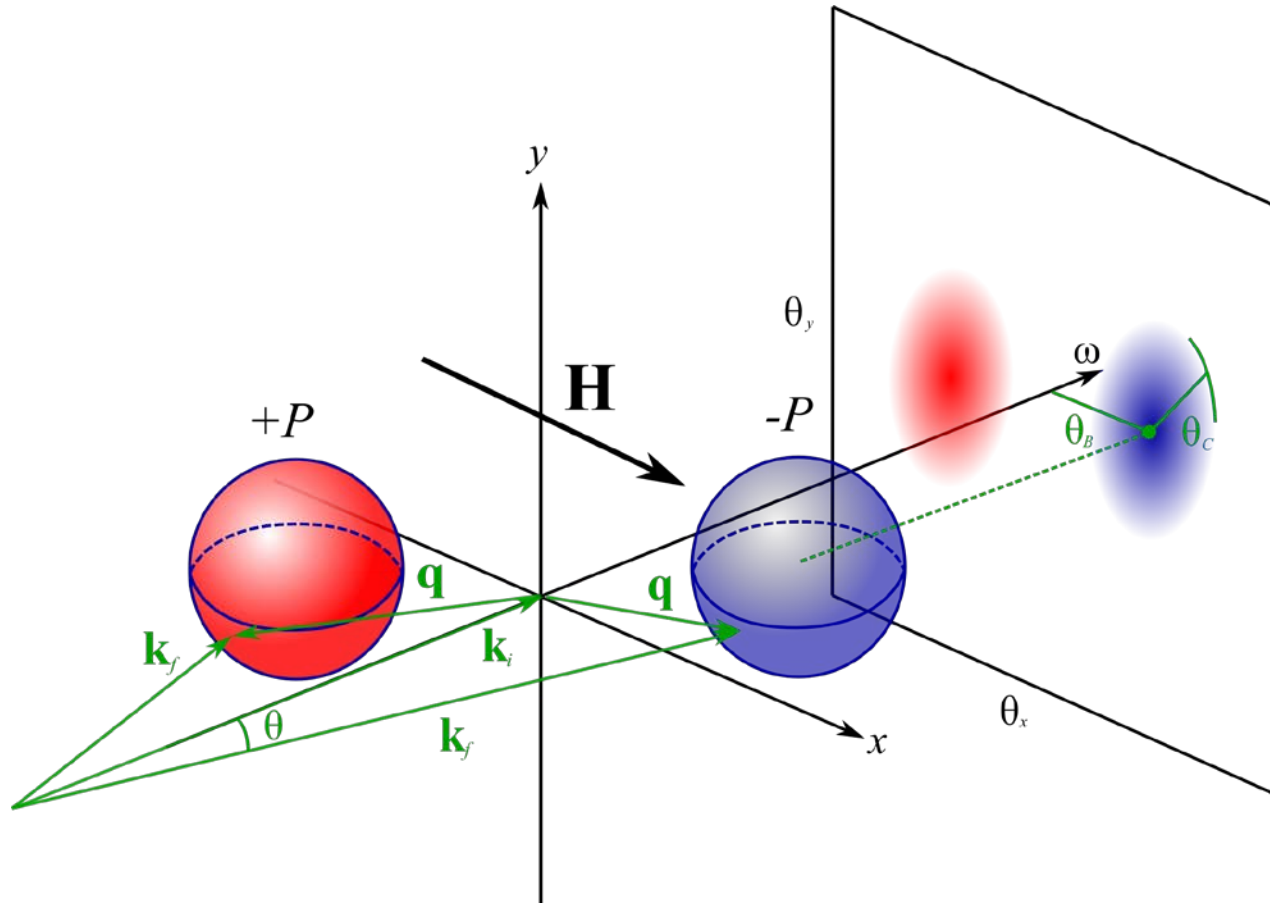
$$T_C = 57.4 \text{ K}$$



Борьба на границе  
геликоидальной  
фазы?

# Схема рассеяния

$$E_q = A(\vec{q} - \vec{k}_s)^2 + g_s \mu_B (H - H_{C2}) = A\vec{Q}^2 + \Delta$$



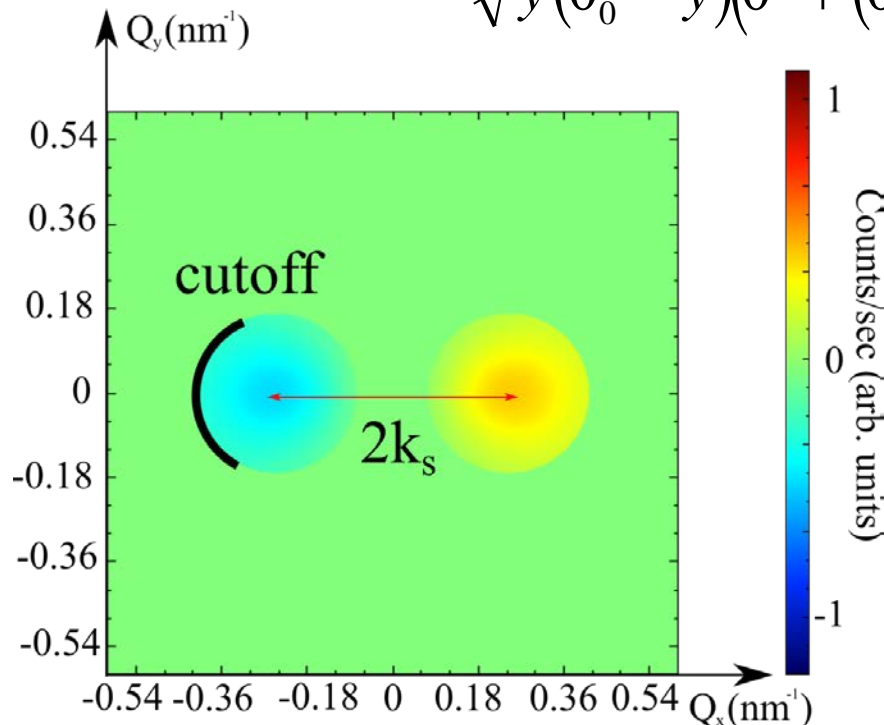
Поле  $H$  направлено перпендикулярно падающему пучку нейтронов и  $H > H_{C2}$

# Сечение рассеяния

$\Delta I^I$  - интенсивность рассеяния для «верхней» сферы (в положительном полупространстве энергий)

$\Delta I^{II}$  - интенсивность рассеяния для «нижней» сферы (в отрицательном полупространстве энергий)

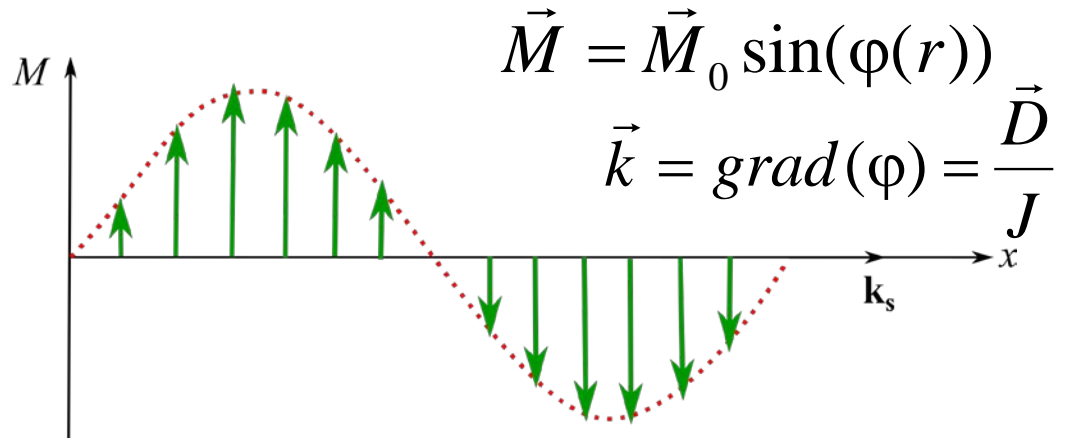
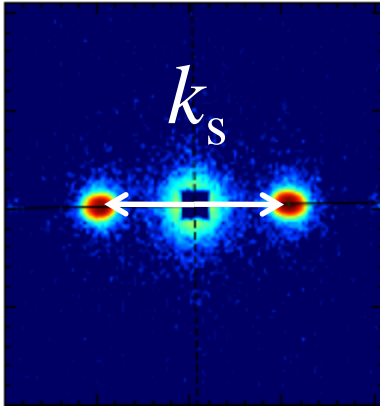
$$\Delta I^I = \frac{\theta_x^2 \theta_0 \left[ (\theta_0 - \sqrt{y}) (\theta^2 + (\theta_0 - \sqrt{y})^2) - (\theta_0 + \sqrt{y}) (\theta^2 + (\theta_0 + \sqrt{y})^2) \right]}{\sqrt{y} (\theta_0^2 - y) (\theta^2 + (\theta_0 + \sqrt{y})^2) (\theta^2 + (\theta_0 - \sqrt{y})^2)}$$



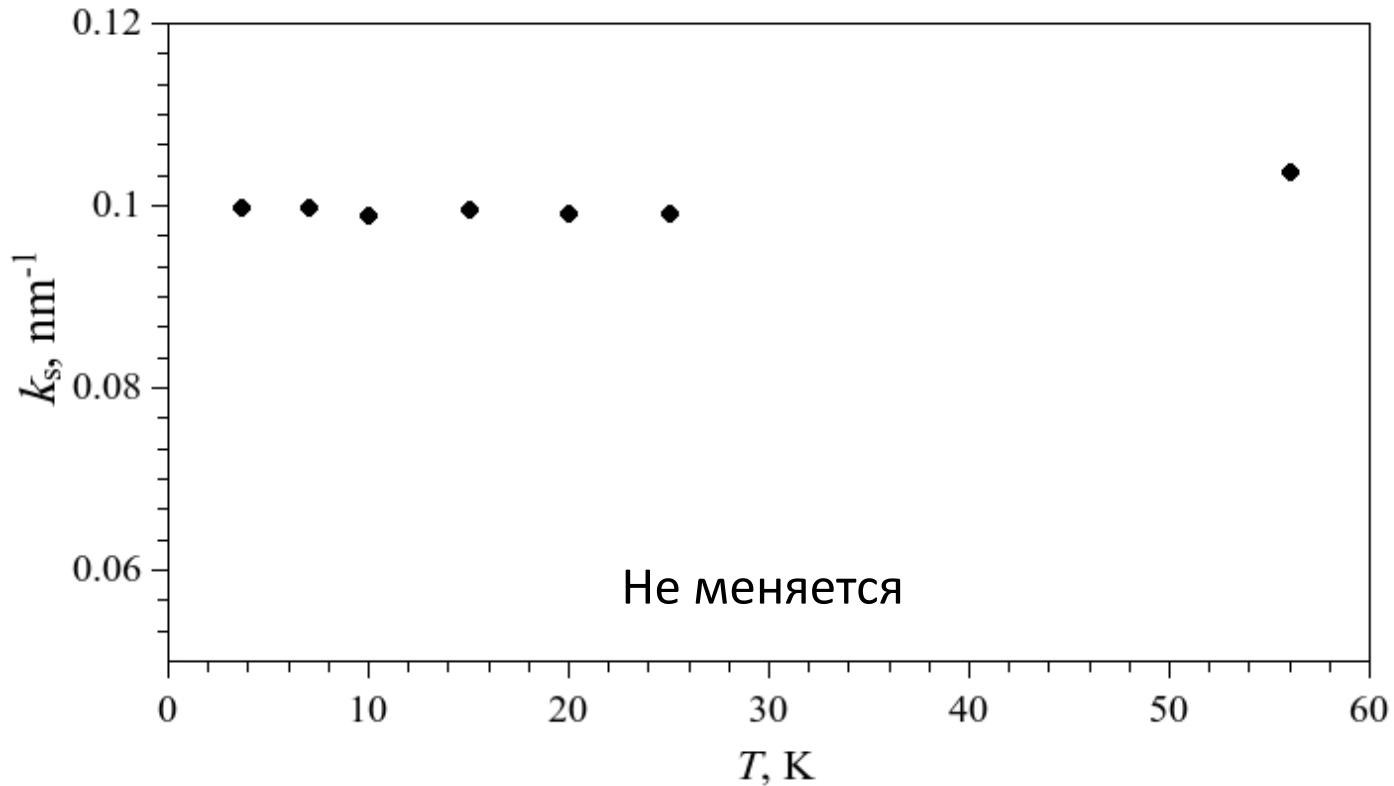
$$\sqrt{y} = \sqrt{-\theta_y^2 - (\theta_x - \theta_{Bx})^2 + \theta_C^2}$$

$$\Delta I \approx \int \frac{2k_B T}{\omega} (\hat{q} \hat{m})^2 [\delta(\omega - E_q) + \delta(\omega + E_q)] d\omega$$

# Волновой вектор спирали



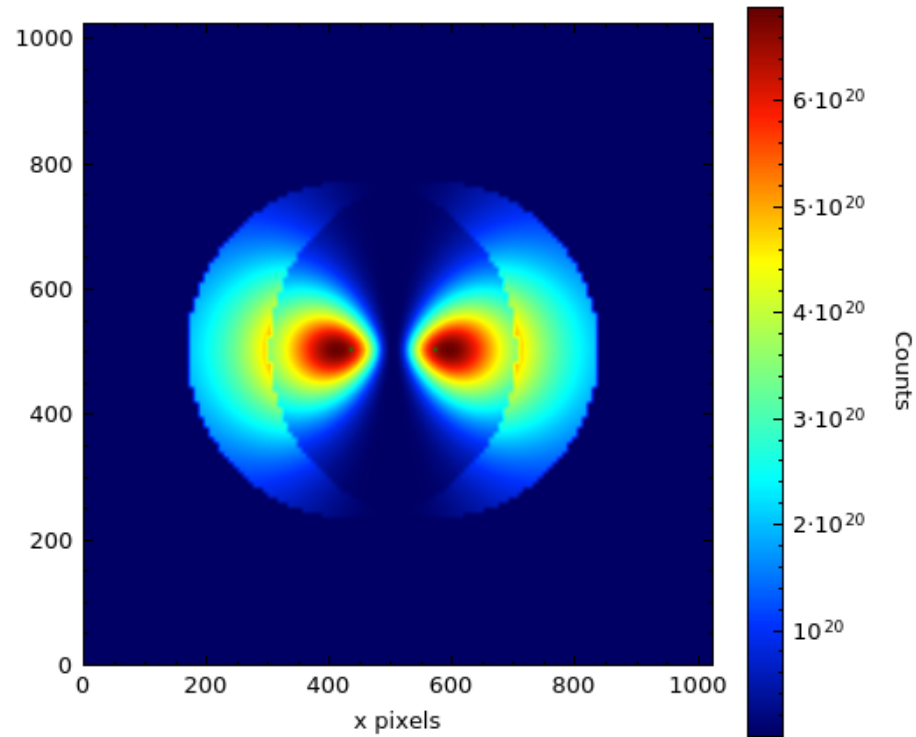
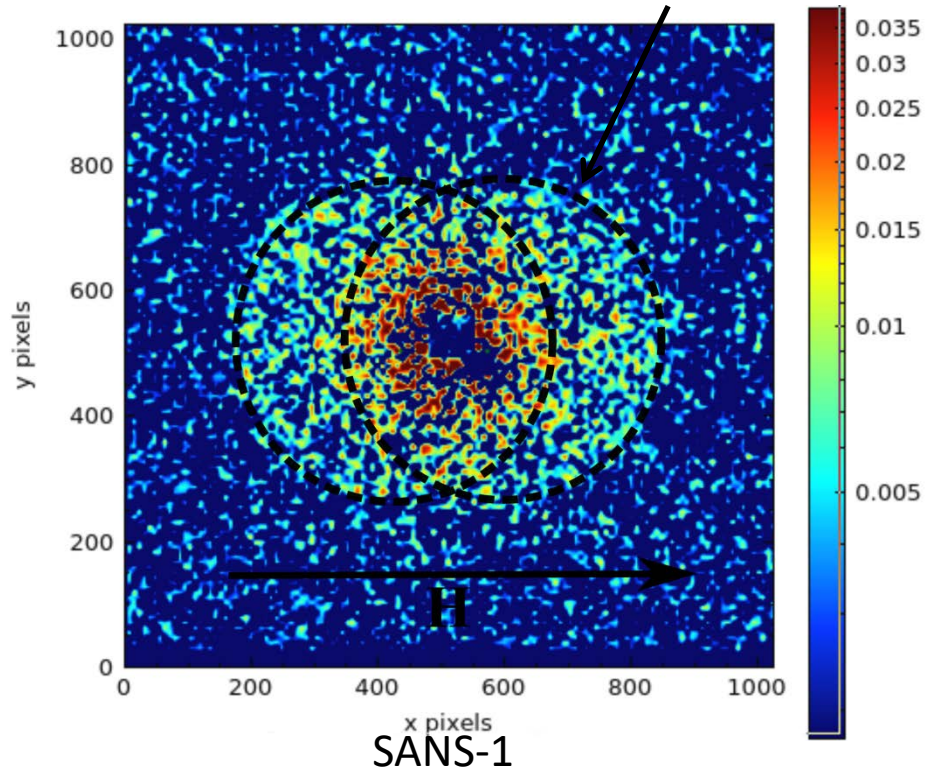
$$\vec{M} = \vec{M}_0 \sin(\varphi(r))$$
$$\vec{k} = \text{grad}(\varphi) = \frac{\vec{D}}{J}$$



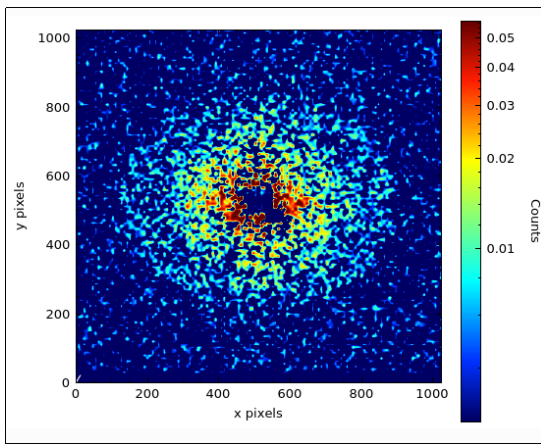
# Жёсткость спиновых волн

30K 300mT

Угол отсечки



теоретическая



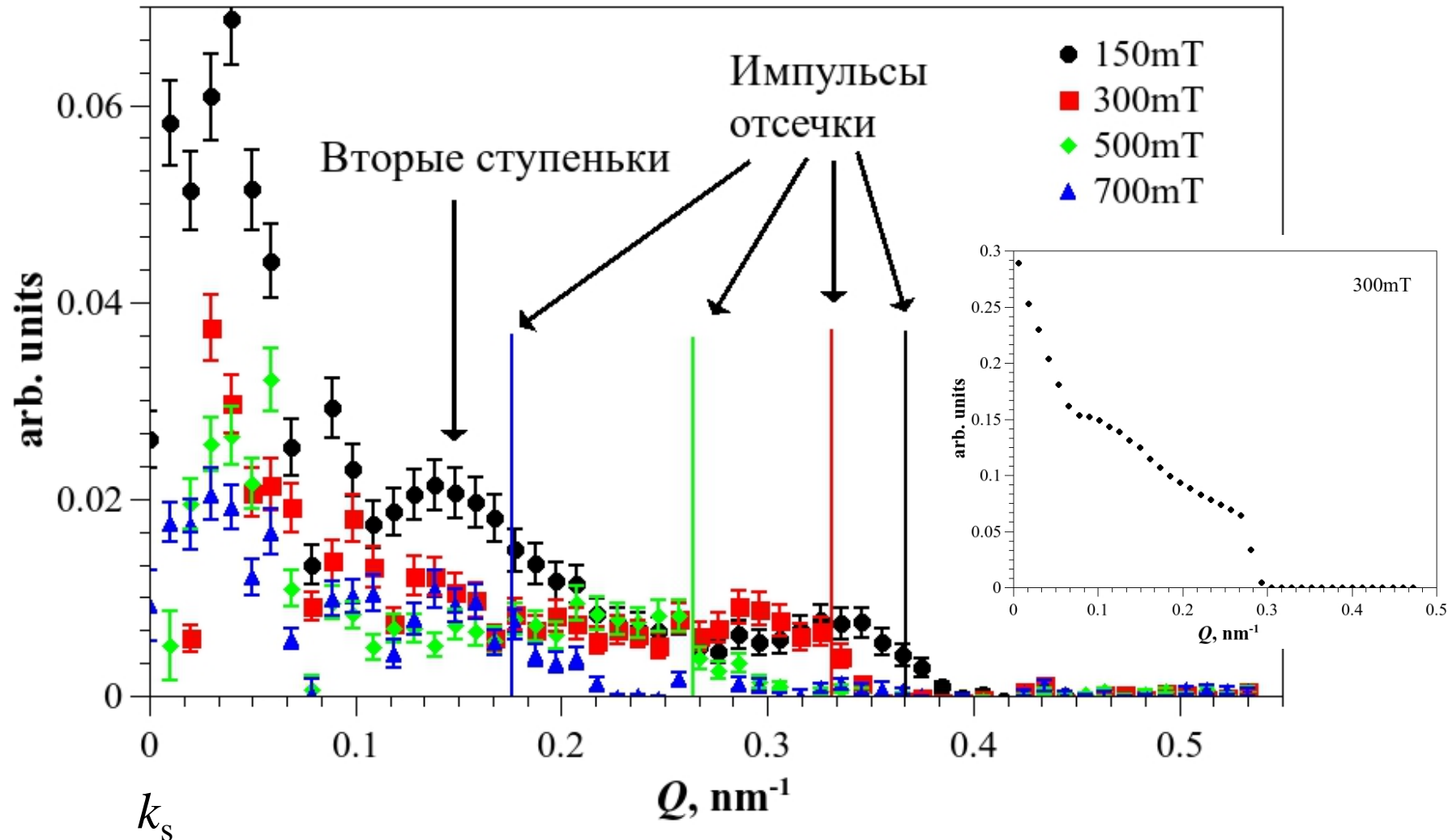
Сферы сильно пересекаются!

30K 150mT

Модель немного не верна?

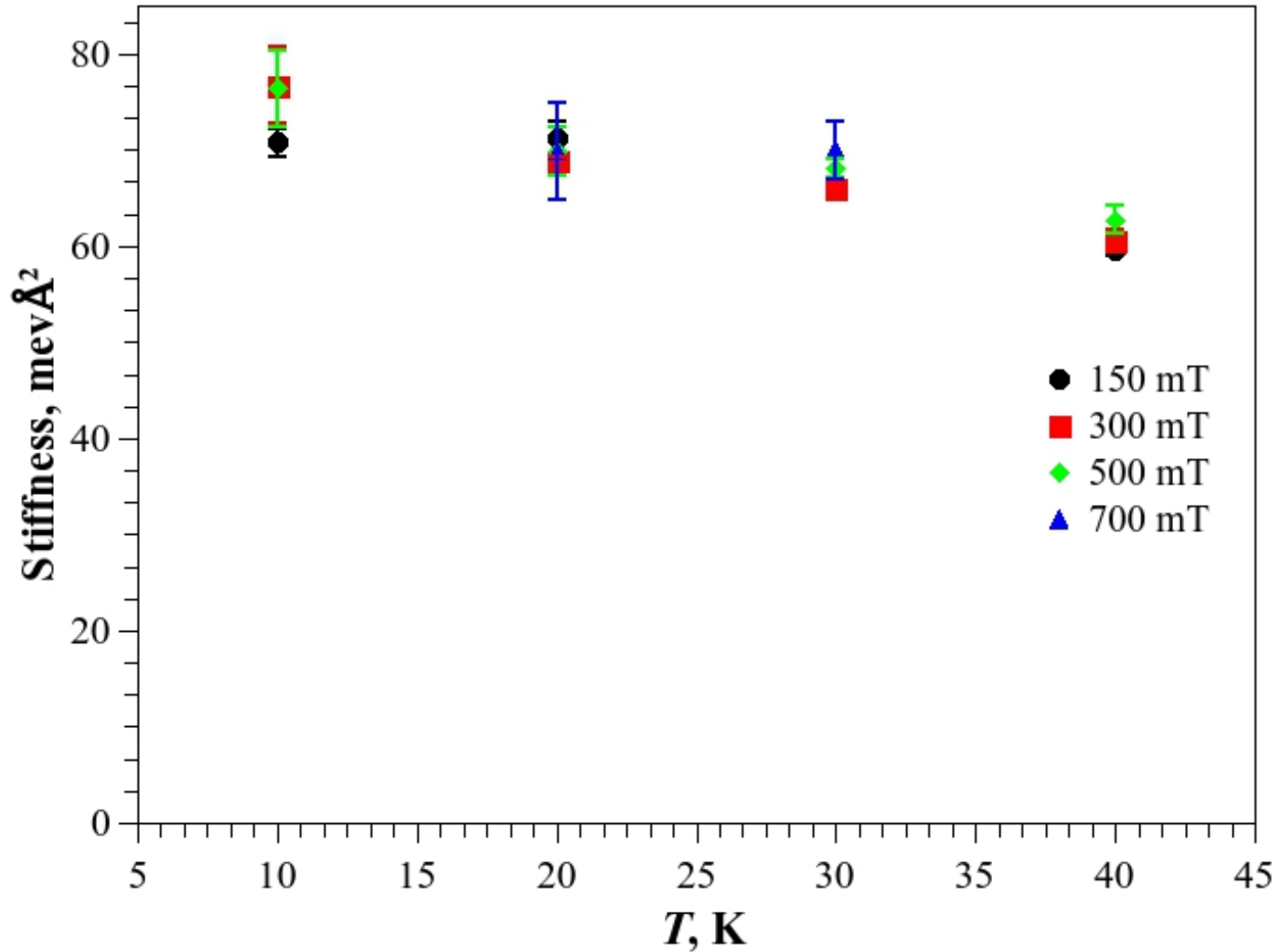
# Жёсткость спиновых волн

30K  $\text{Cu}_2\text{OSeO}_3$



Спектры спиновых волн

# Жёсткость спиновых волн



$$A = \left\{ \frac{Q_i^2}{2E_i^2} \left( \Delta + \sqrt{\Delta^2 + 4E_i^2 \left( \frac{Q_{cutoff}}{Q_i} \right)^2} \right) \right\}^{-1}$$



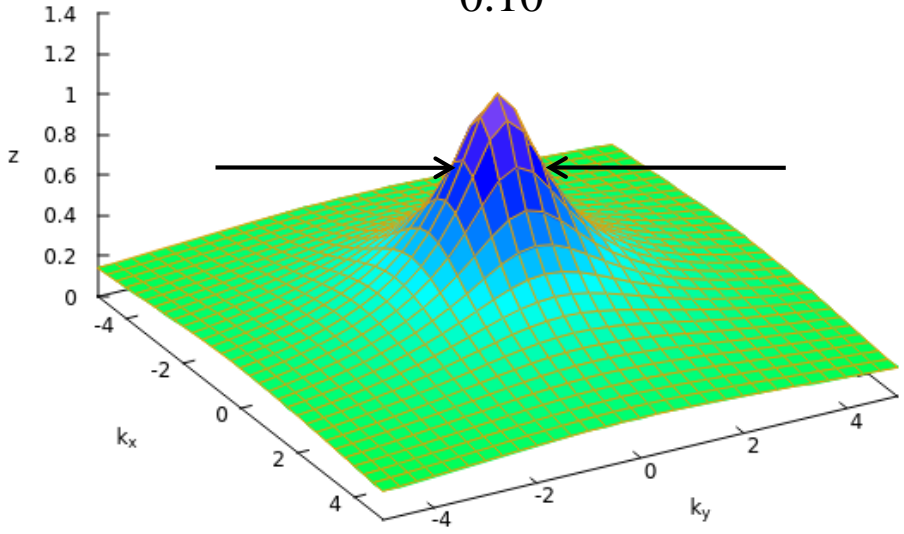
# Затухание

$$I(Q) = I_0 e^{-Q\delta} \cos(Qk)$$

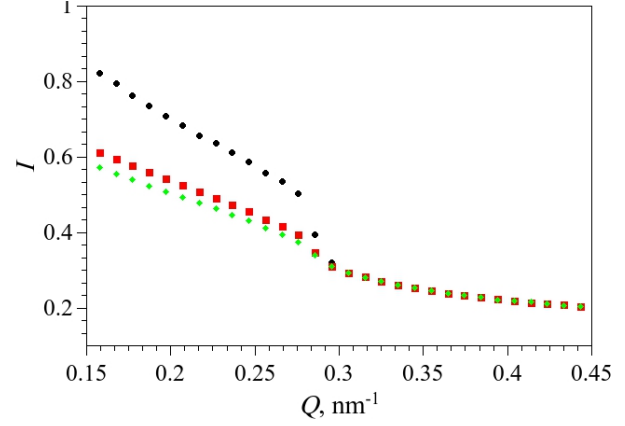
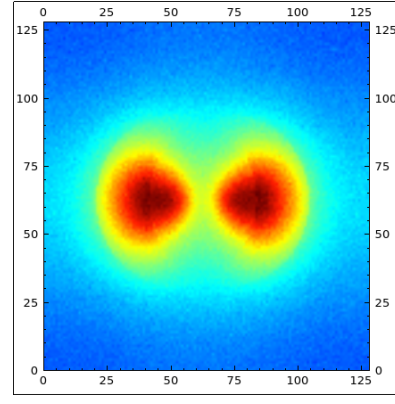
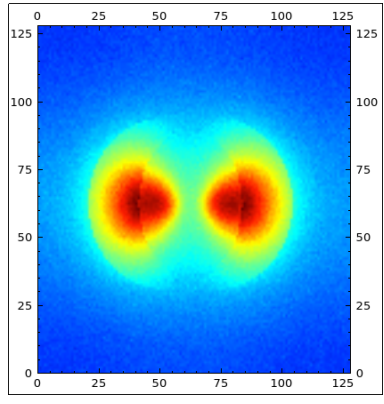
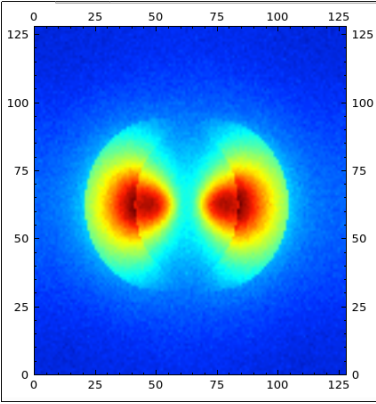
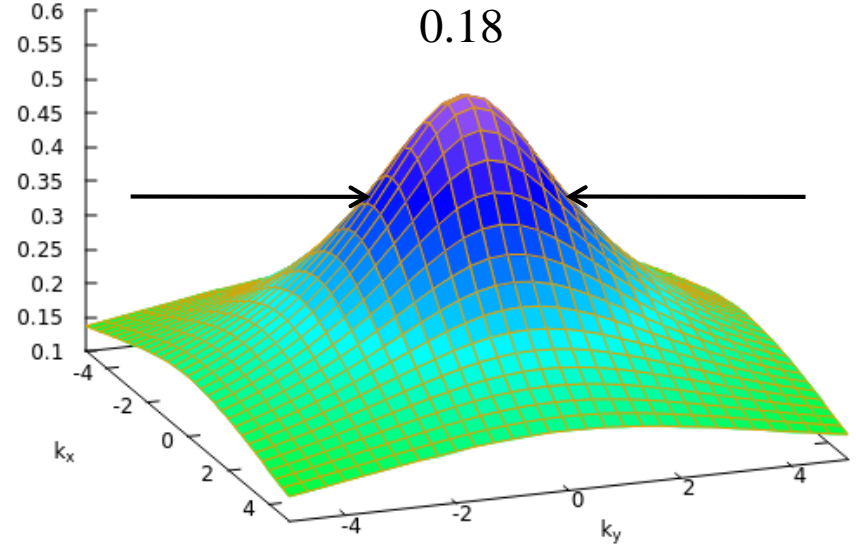


$$I(k) = \frac{I_0}{\delta^2 + k^2}$$

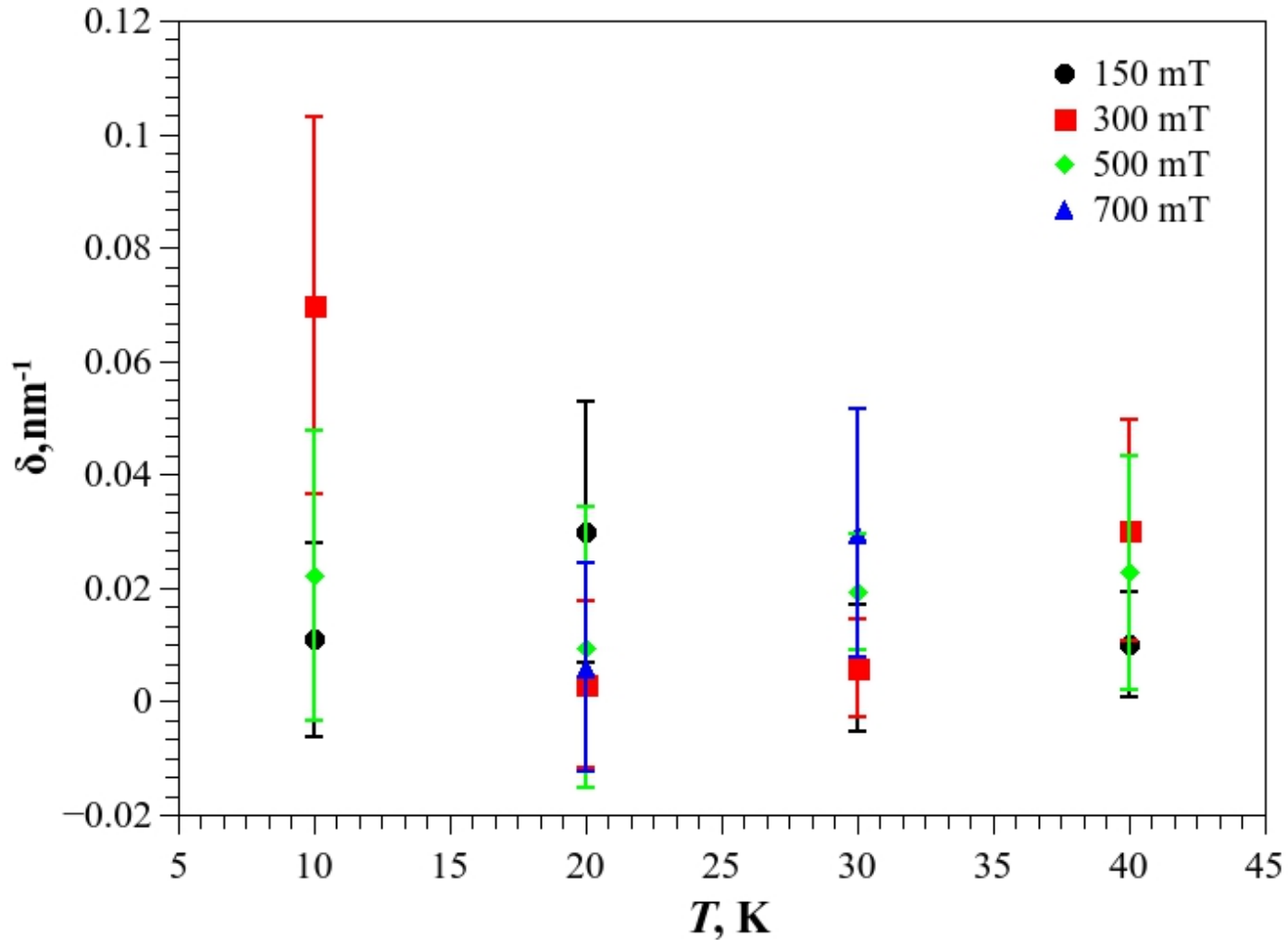
0.10



0.18



# Затухание



$$I = I_0 + I_1 \frac{w_l^2}{4Q^2 + 2w_l^2} \left( 1 + \text{arctg} \left( \frac{2(Q_{\text{cutoff}} - Q)}{\delta} \right) / \pi \right)$$

# Итог

1. Отсутствует затухание спиновых волн (по крайней мере меньше разрешающей способности установки)
2. Небольшое значение волнового вектора спирали  $\tau$  как следствие пересечение «сфер»

**Спасибо за внимание!**