

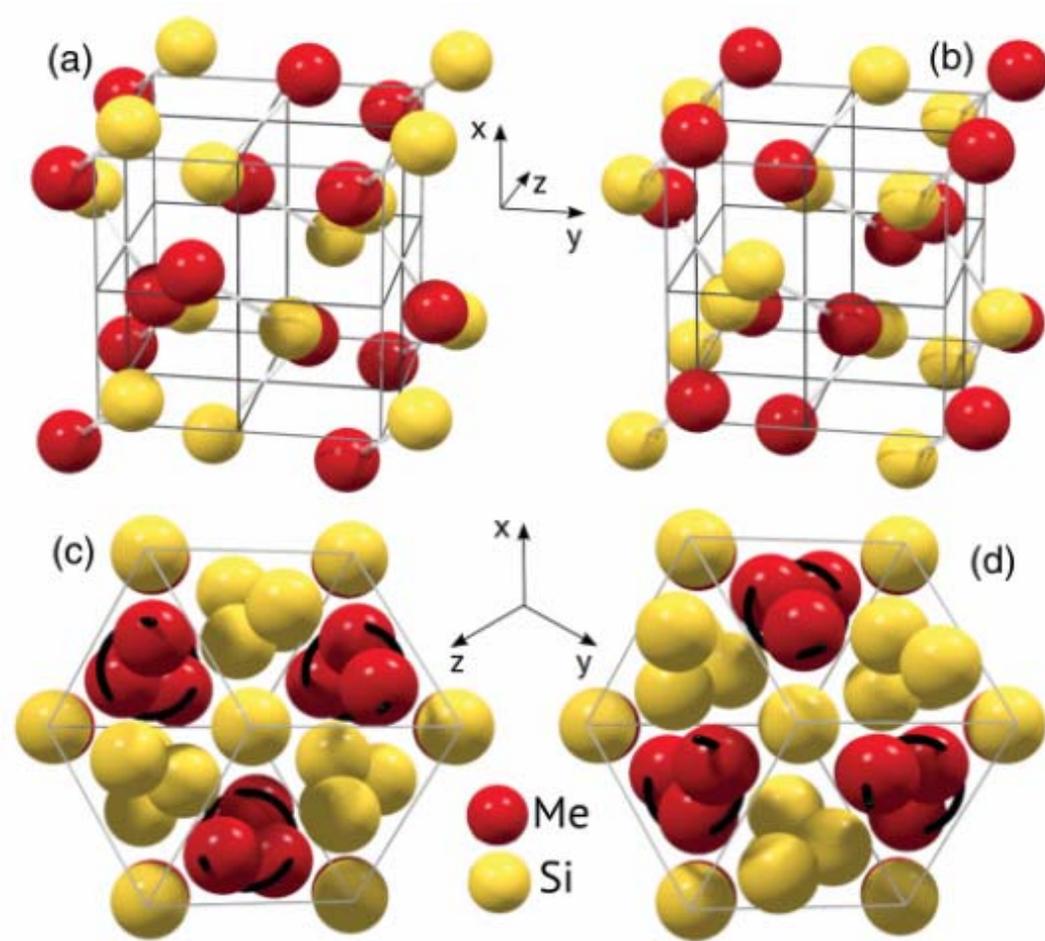
Спиновые возбуждения геликоидальной магнитной структуры в MnGe

Е. В. Алтынбаев, С. В. Григорьев

Петербургский Институт Ядерной Физики им. Б.П. Константинова
Санкт-Петербургский Государственный Университет, физический факультет

B20

Кристаллическая структура B20 (пространственная группа $P 2_13$) вдоль оси 001 (a), (b) и 111 (c), (d). Две различные киральные конфигурации: (a), (c) правосторонняя с $u_{Si} = 0.164$ и $u_{Me} = 0.862$ и (b), (d) левосторонняя с $u_{Si} = 0.846$ и $u_{Me} = 0.138$.

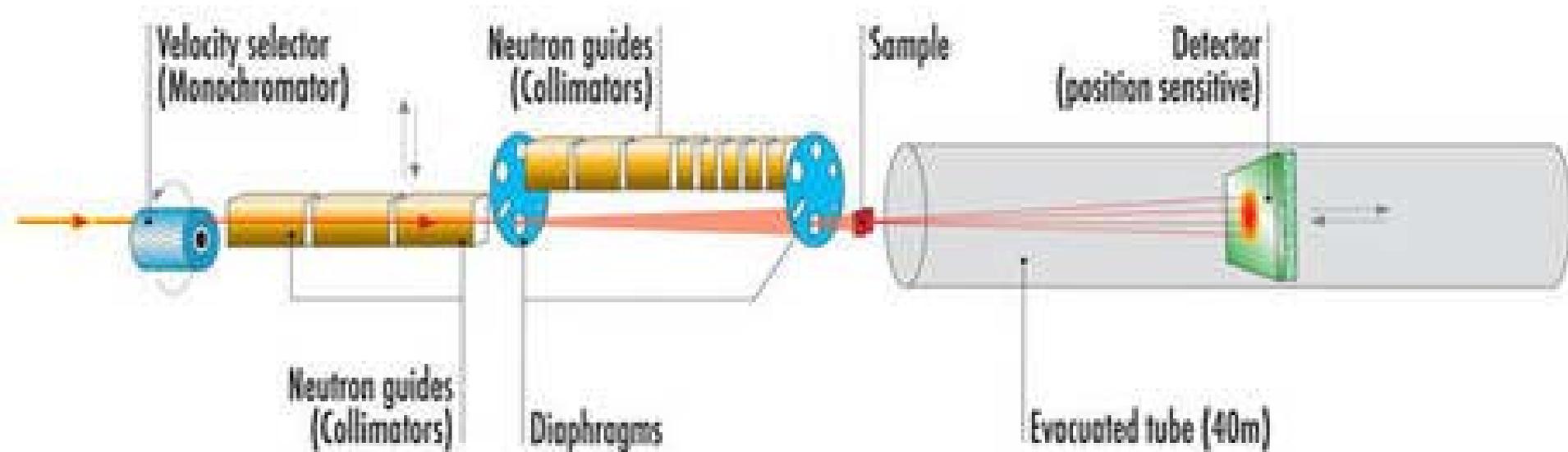


Позиции Уайкофа:

$$R_1 (u, u, u); R_2 (1/2+u, 1/2-u, -u);$$
$$R_3 (-u, 1/2+u, 1/2-u); R_4 (1/2-u, -u, 1/2+u)$$

V. A. Dyadkin, S. V. Grigoriev, D. Menzel, D. Chernyshov, V. Dmitriev, J. Schoenes, S. V. Maleyev, E. V. Moskvina, and H. Eckerlebe, Phys. Rev. B **84**, 014435 (2011)

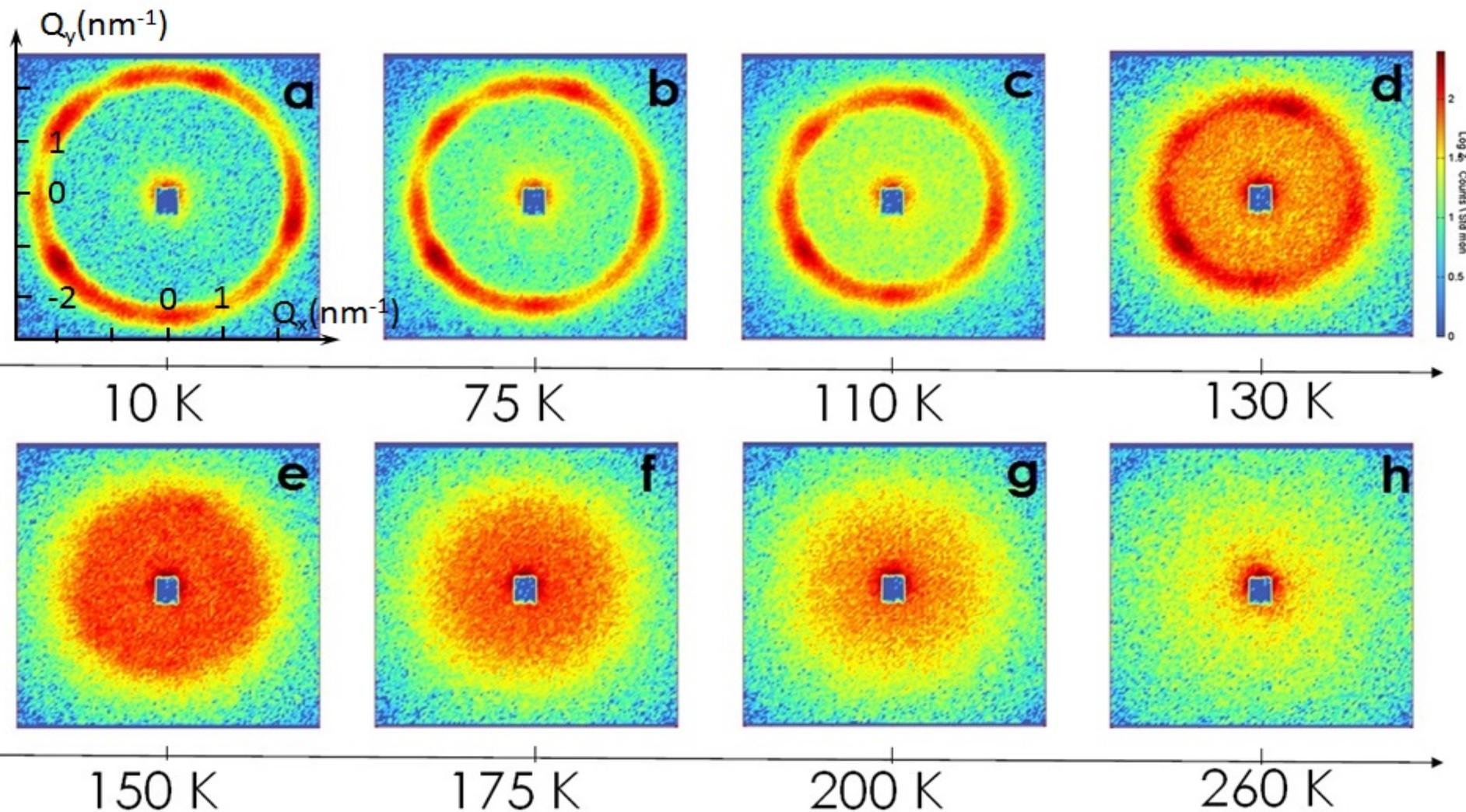
D11@ILL, Grenoble



SANS-1 @FRM-II, Munich



Карты МУРН для образца MnGe



Экспериментальная зависимость $I(Q)$

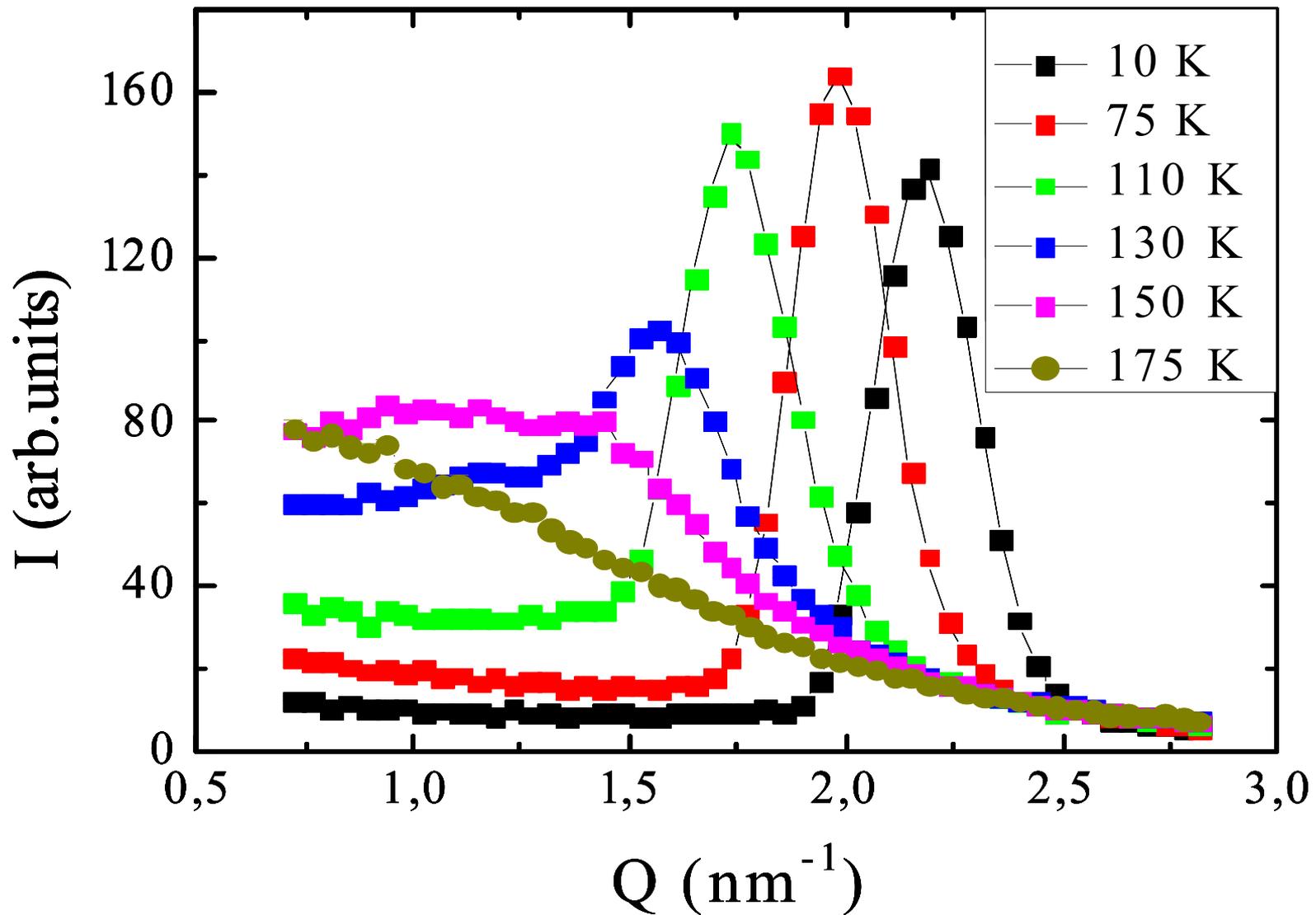
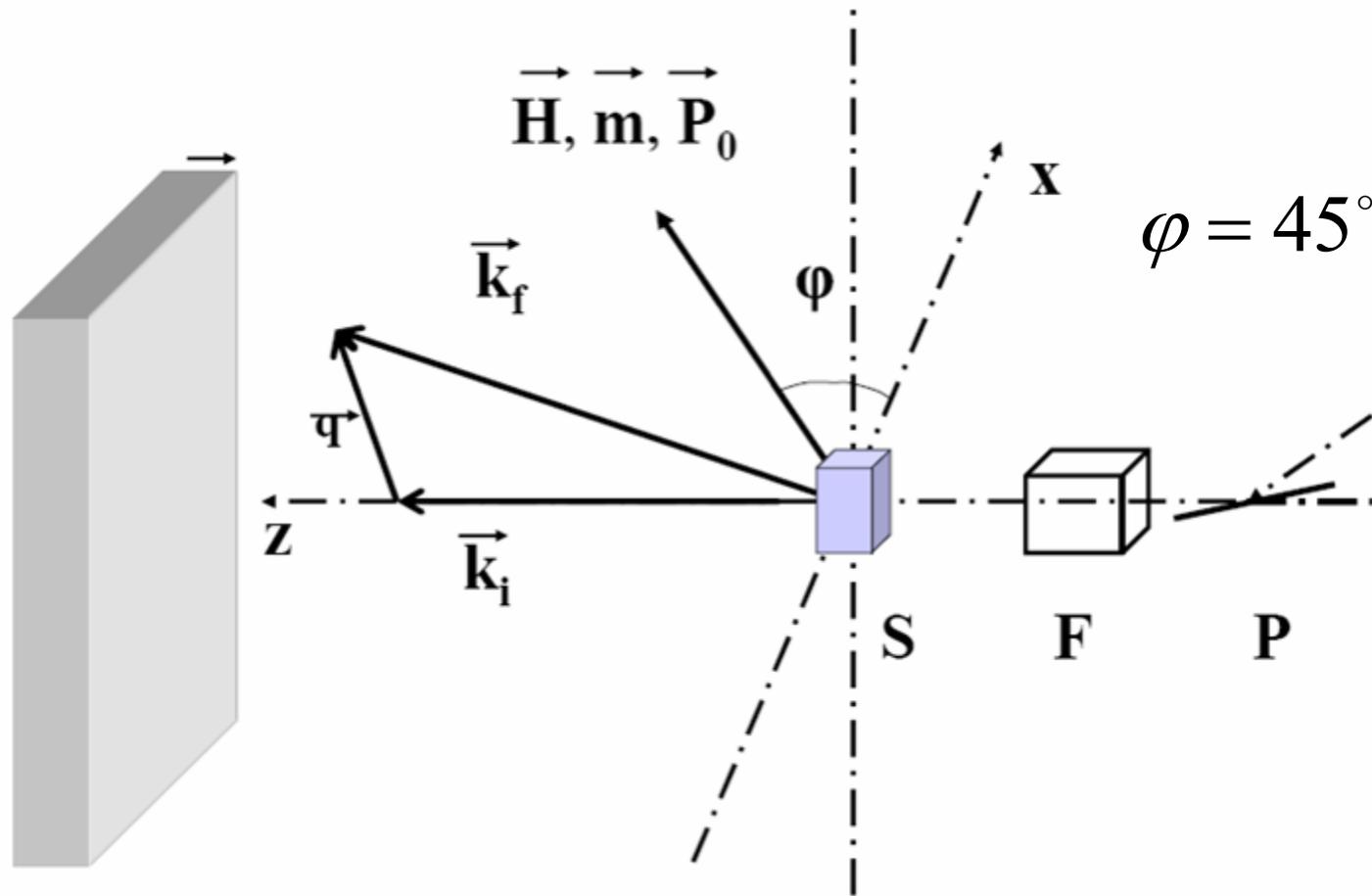
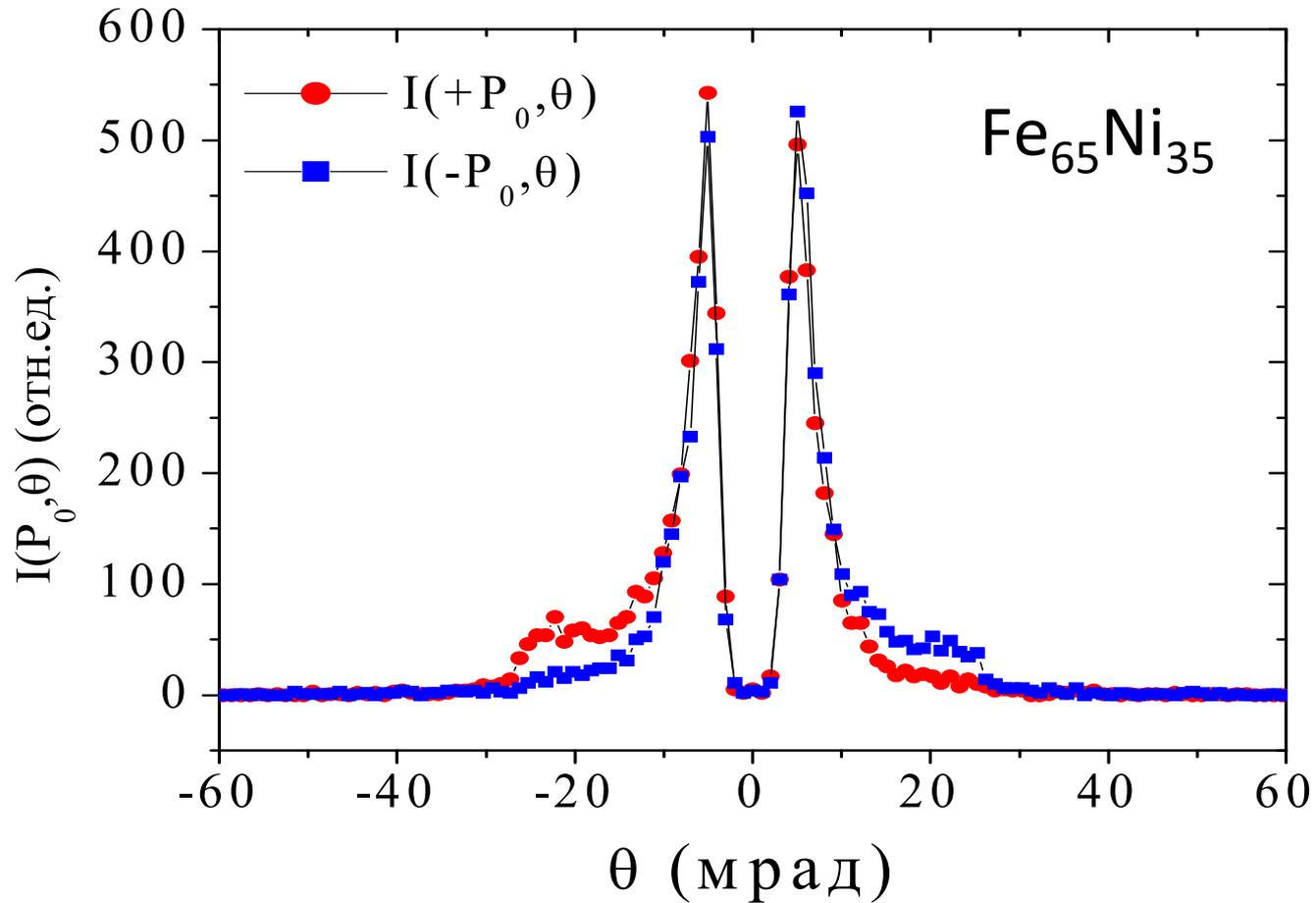


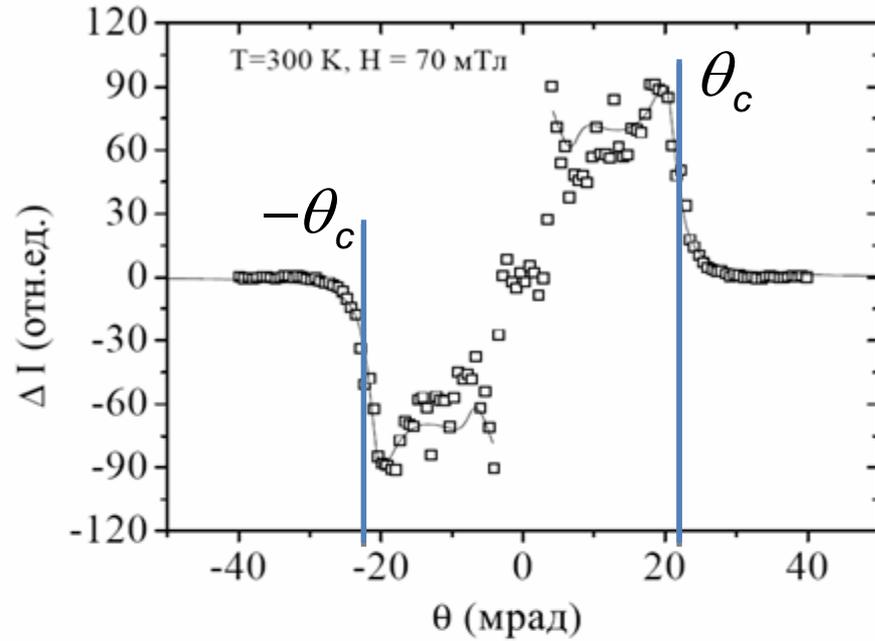
Схема эксперимента по малоугловому рассеянию поляризованных нейтронов



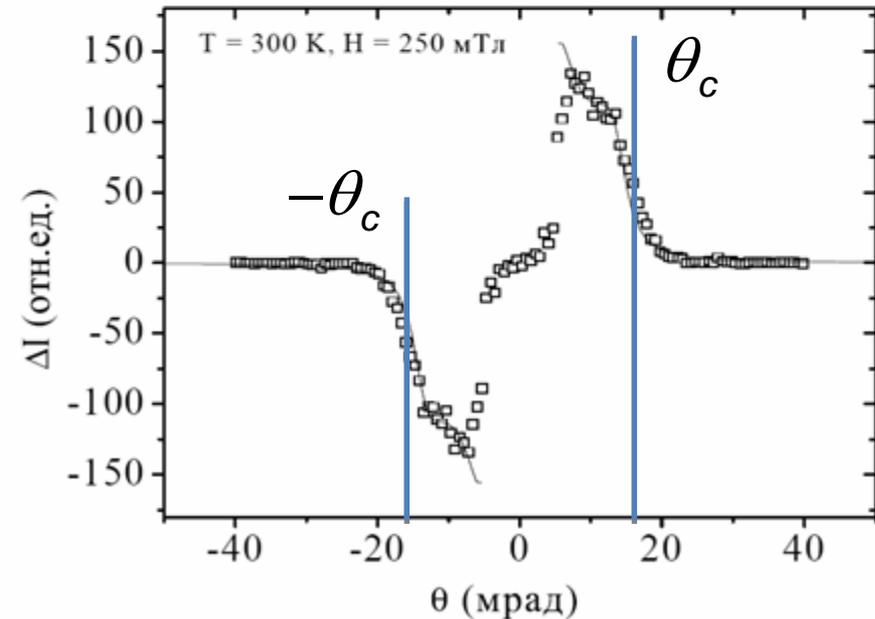
Интенсивность нейтронного рассеяния в плоскости направление пучка- направление поля



Антисимметричная часть рассеяния

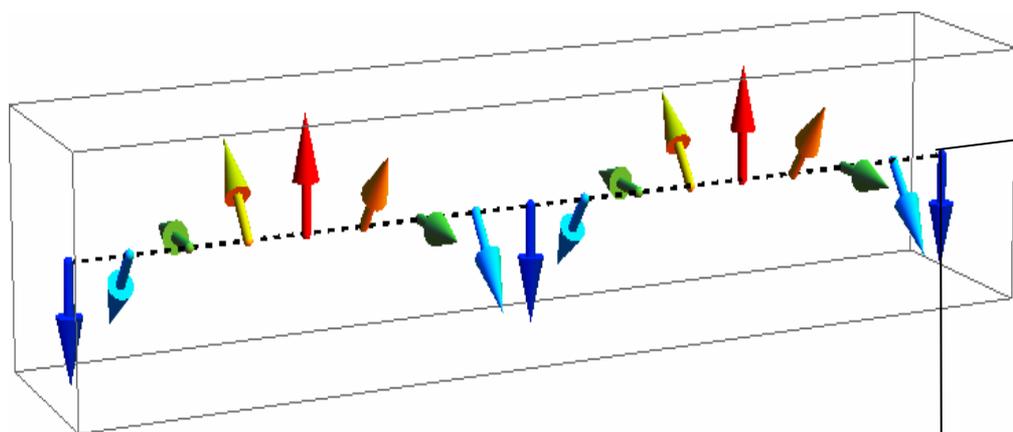


$$\Delta I \sim 2 \frac{k_B T}{E} \sin 2\varphi \frac{\theta \theta_0}{\sqrt{\theta_0^2 - \theta^2 - g\mu_b H / Dk^2}} \times \frac{\theta_0^2 - g\mu_b H / Dk^2}{\theta_0^2 \theta^2 + g\mu_b H / Dk^2}$$



$$\theta_0 = \frac{\hbar^2}{2 D m_n}, \theta_c^2 = \theta_0^2 - \frac{g\mu H \theta_0}{E}$$

Спиновые возбуждения в геликоидальной магнетике



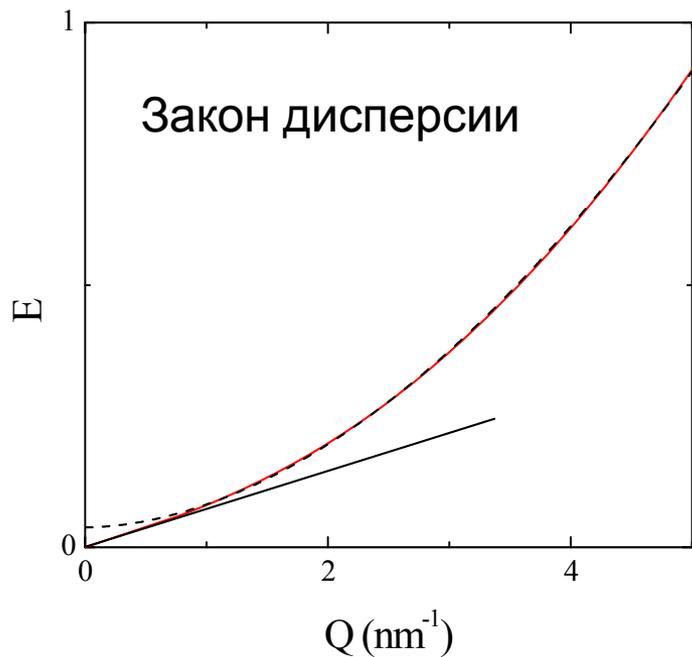
$$\vec{Q} \parallel \vec{k}$$

Магнитная спираль

$$\varepsilon(q) = DQ \sqrt{Q^2 + k_s^2}$$

$$\vec{Q} \perp \vec{k}$$

$$\varepsilon(Q) = DQ^2$$



Сечение рассеяния нейтронов на спиновых волнах в гелимагнетике

$$\begin{aligned}\sigma(\mathbf{q}, \omega) &= (r_m S)^2 F(\mathbf{q})^2 \left(\frac{k_f}{k_i}\right)^2 \times \\ &\quad \times \{ [1 + (\mathbf{e}\mathbf{m})^2 + 2(\mathbf{e}\mathbf{m})(\mathbf{e}\mathbf{P}_0)] n_q \delta(\omega - \epsilon_q) + \\ &\quad + [1 + (\mathbf{e}\mathbf{m})^2 - 2(\mathbf{e}\mathbf{m})(\mathbf{e}\mathbf{P}_0)] (n_q + 1) \delta(\omega + \epsilon_q) \}, \\ \sigma(\mathbf{q}, \omega) &= (r_m S)^2 F(\mathbf{q})^2 \left(\frac{k_f}{k_i}\right)^2 \times \\ &\quad \times \left[2n_q \delta(\omega - \epsilon_q) + 2(n_q + 1) \delta(\omega + \epsilon_q) \right].\end{aligned}$$

Законы дисперсии спиновых волн в гелимагнетике

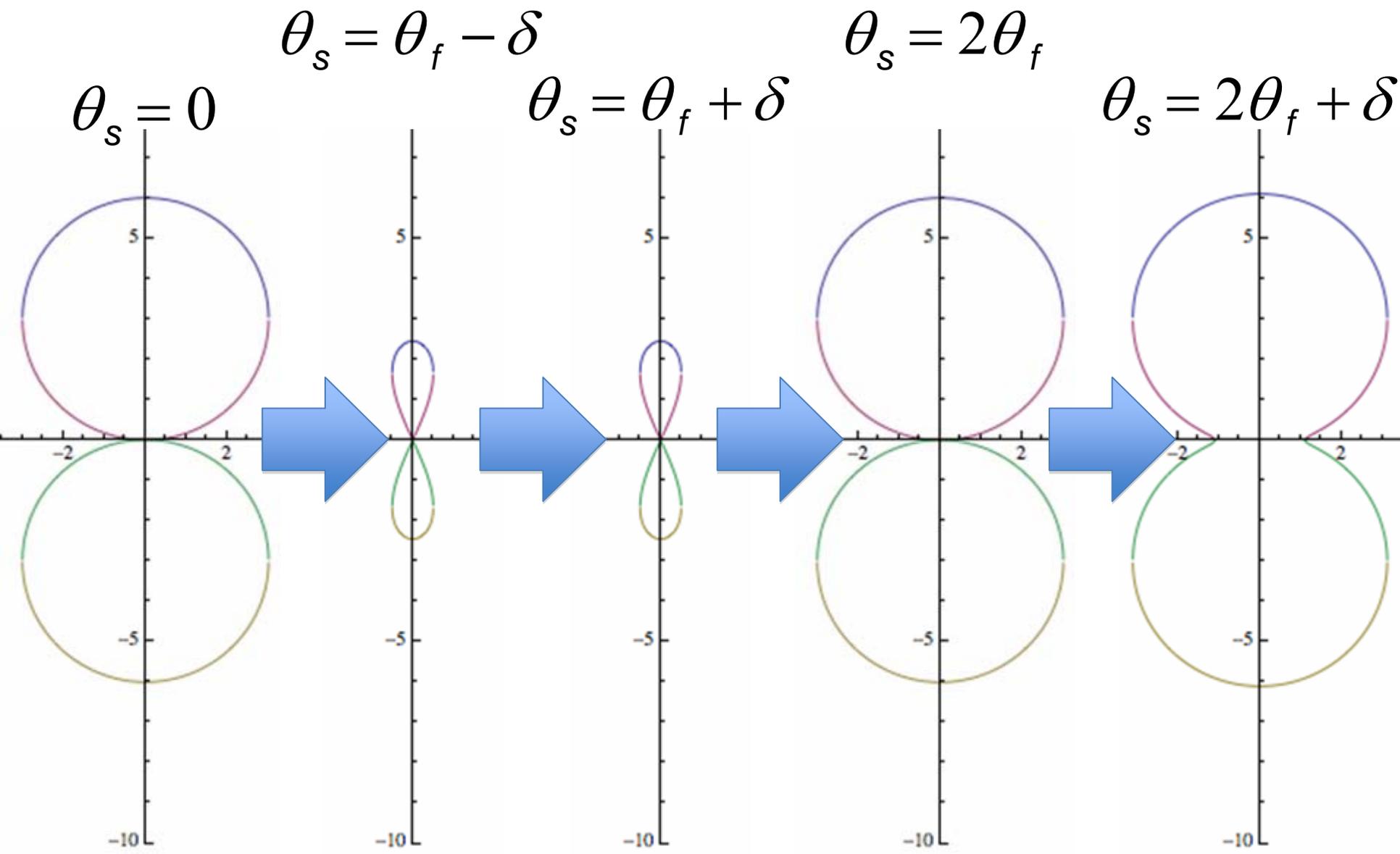
$$\omega = \pm \varepsilon_q = \pm \left(Dq \sqrt{k_s^2 + q^2} \right) = \begin{cases} \pm Dk_s q, & k_s \ll q \\ \pm Dq^2, & k_s \gg q \end{cases}$$

$$\frac{\omega}{2E} = \pm \sqrt{2\theta_f \left(\theta_0 - \frac{\theta}{2\theta_f} \theta \pm \sqrt{\theta_0^2 - \theta^2} \right)},$$

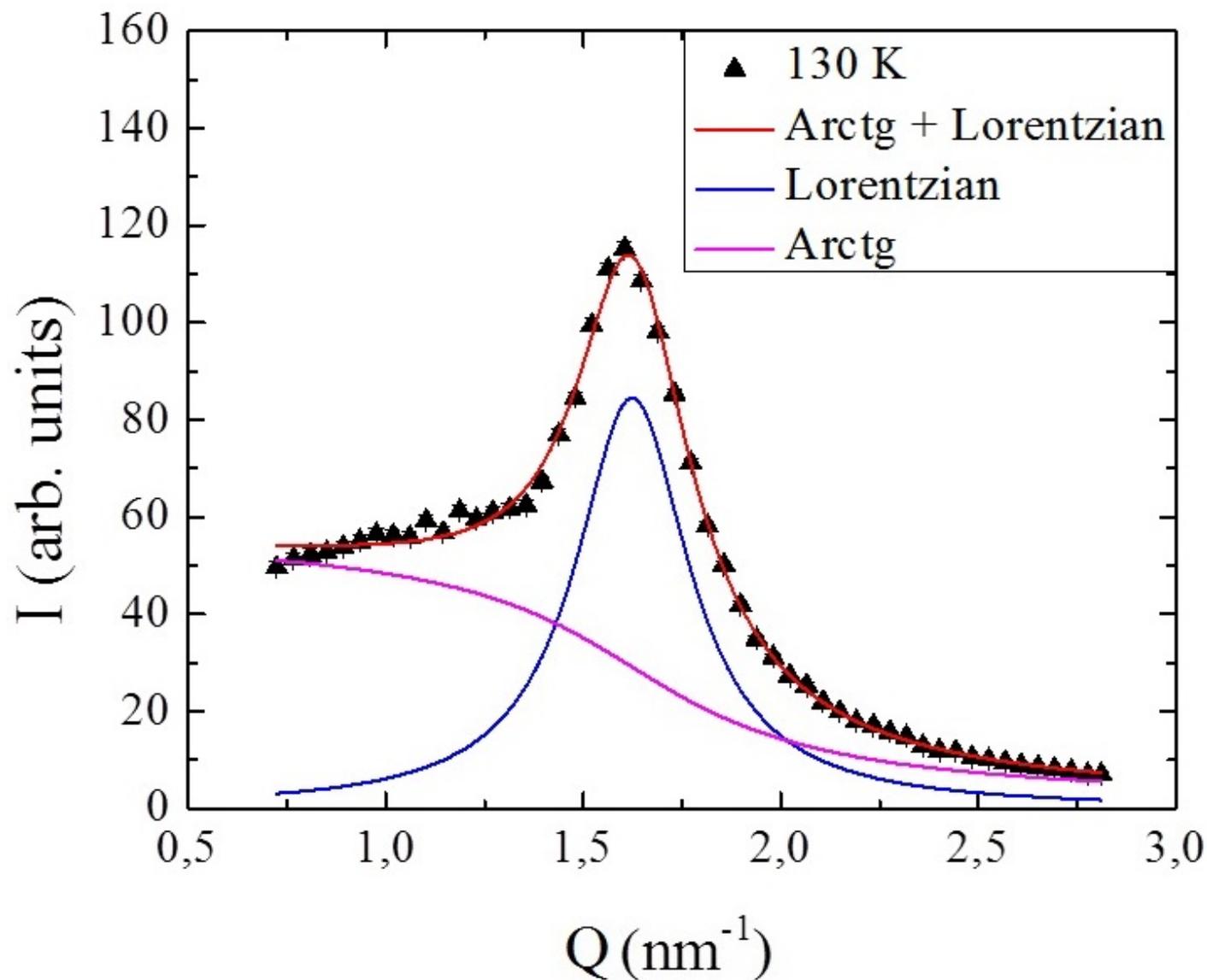
$$\theta_f = \frac{E}{Dk^2}, \quad \theta_s = \frac{Dk_s^2}{4E},$$

$$\theta_0^2 = (\theta_f - \theta_s)^2$$

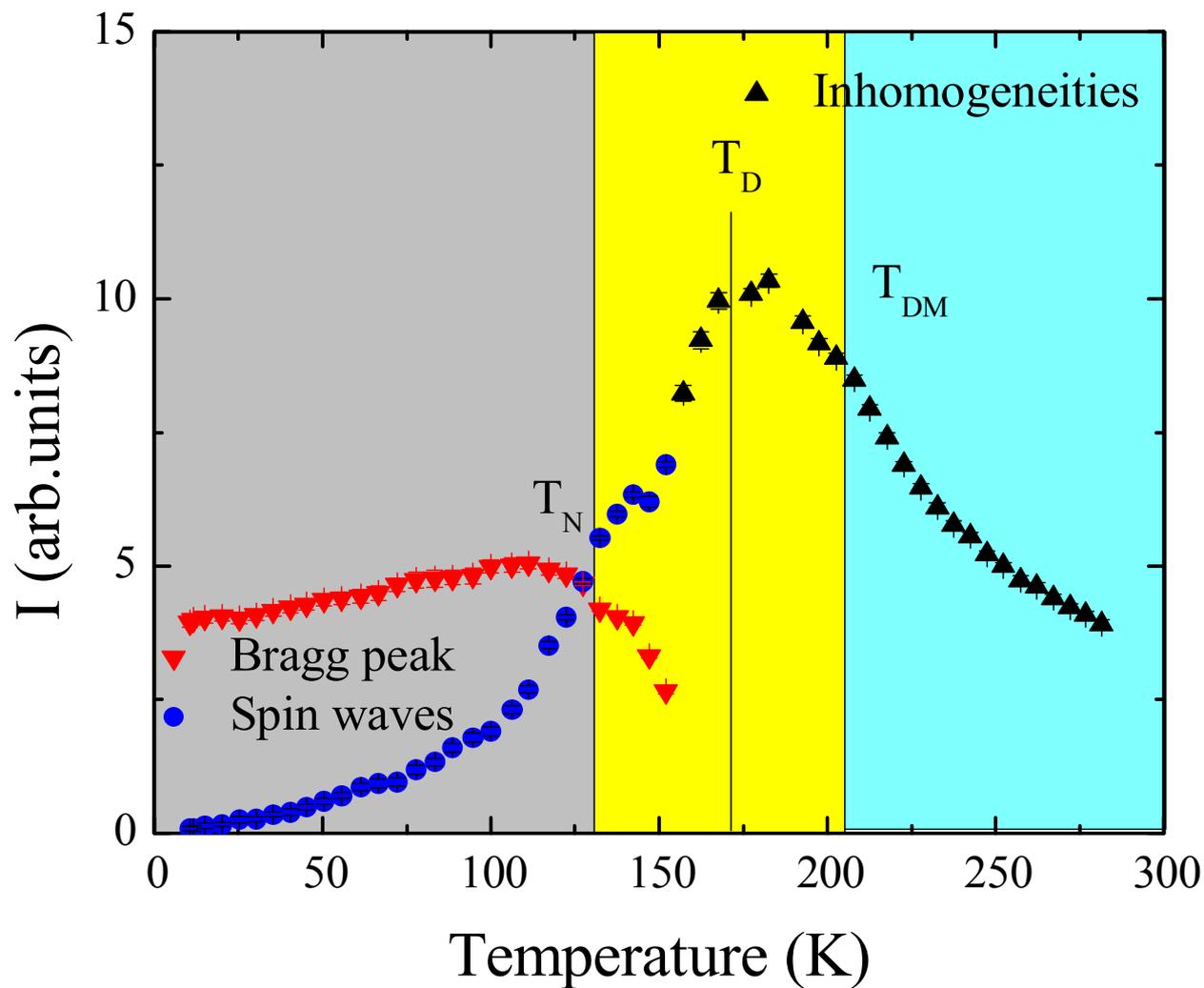
Дисперсия спиновых волн в гелимагнетике



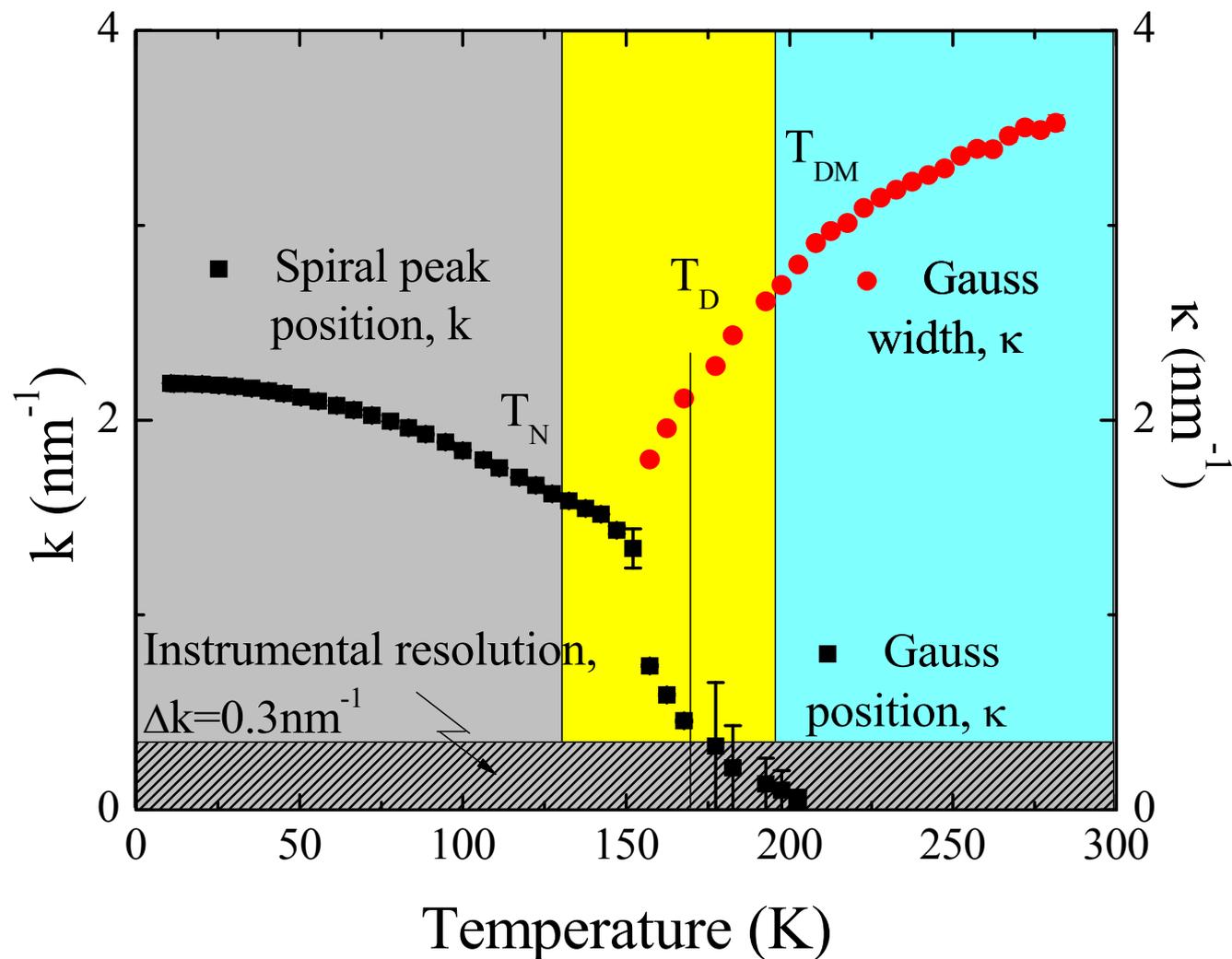
Профиль рассеяния нейтронов на MnGe



Температурная эволюция магнитной структуры MnGe

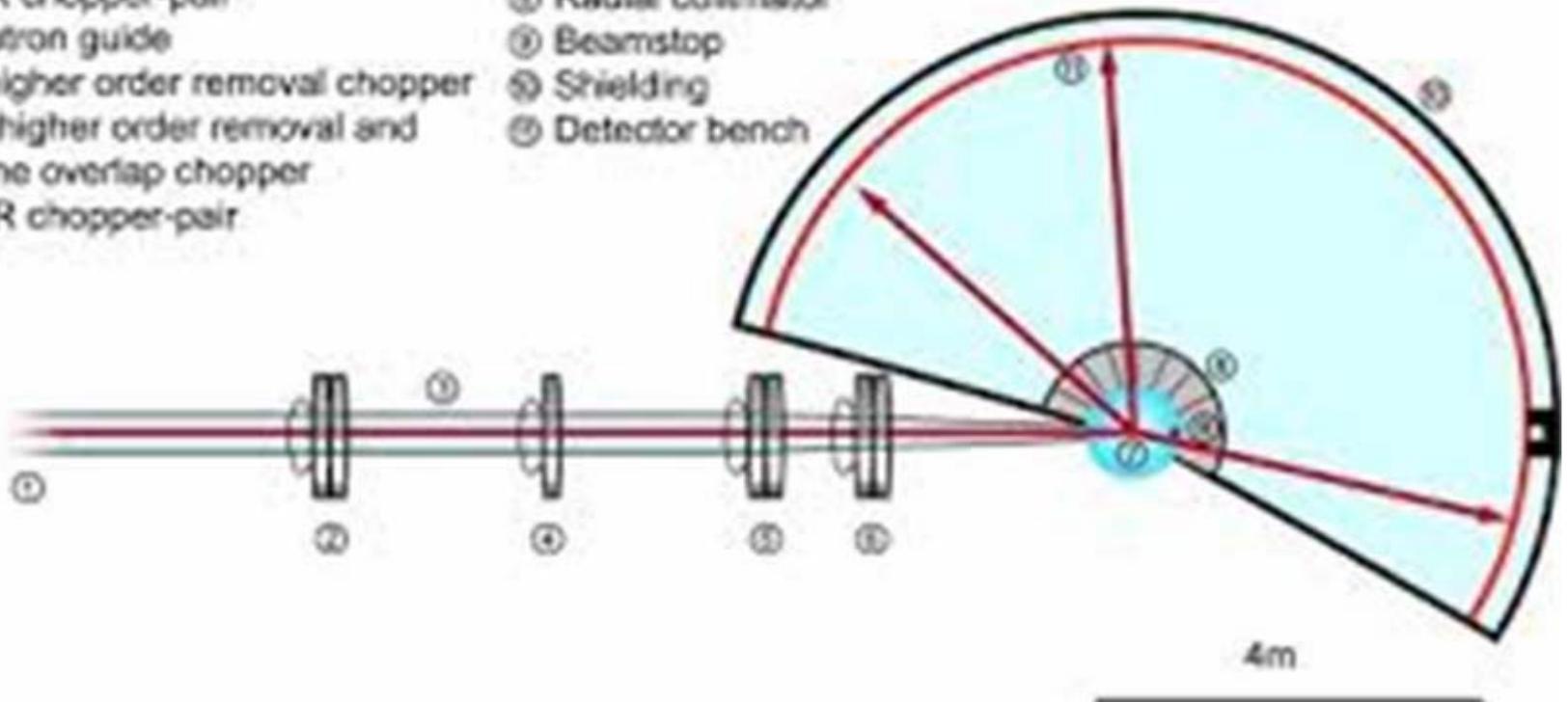


Температурная эволюция магнитной структуры MnGe

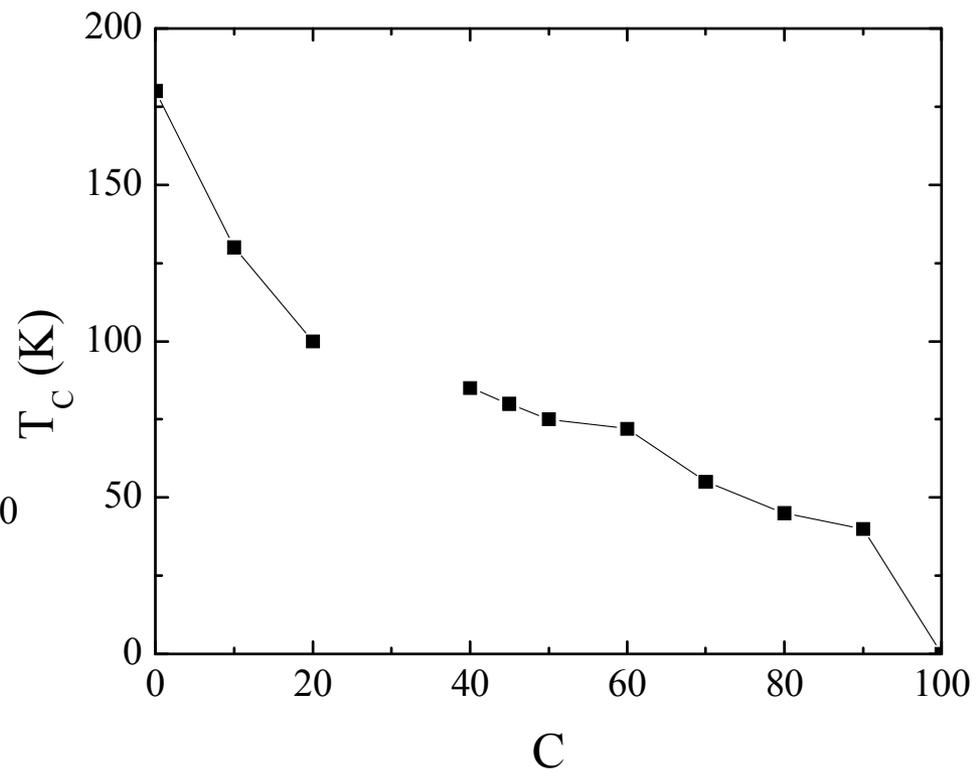
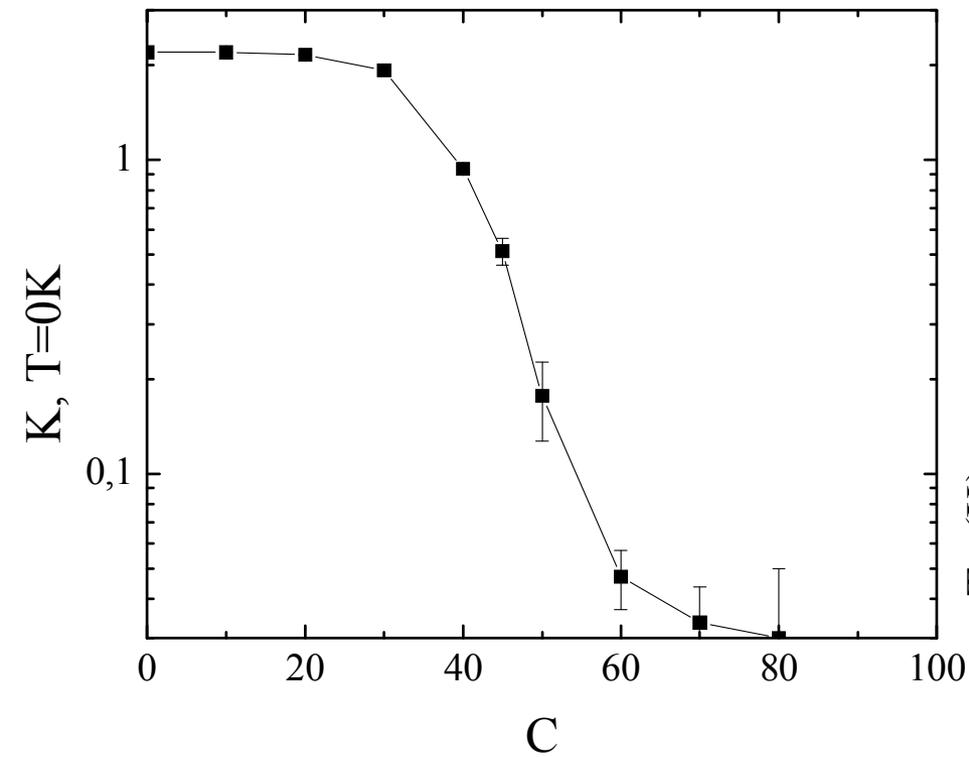


TOF-TOF @FRM-II, Munich

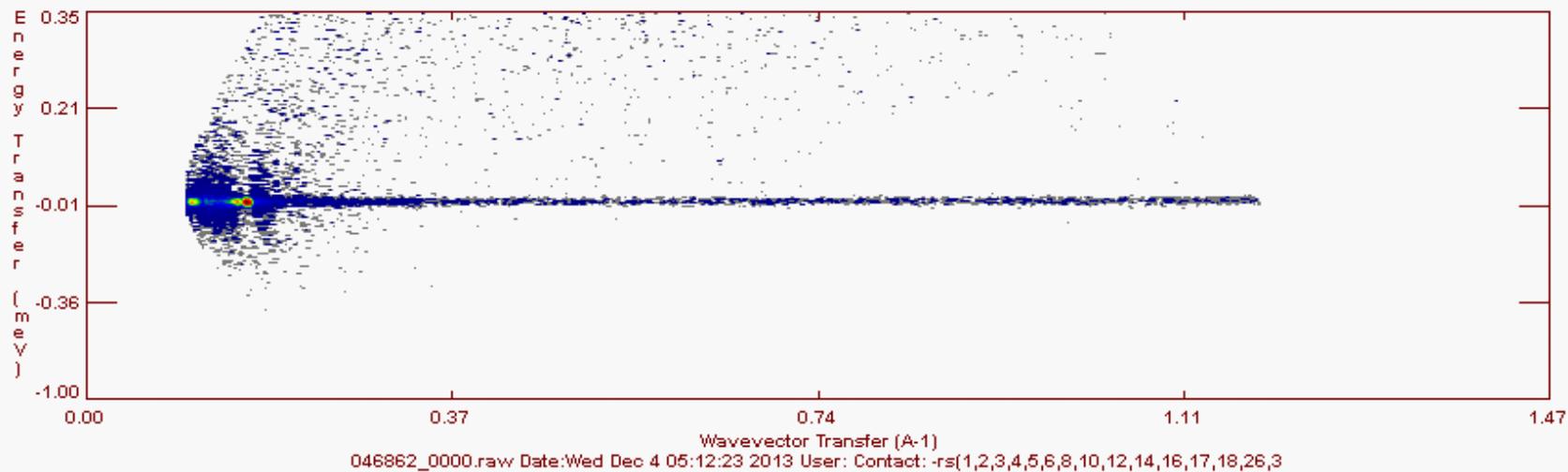
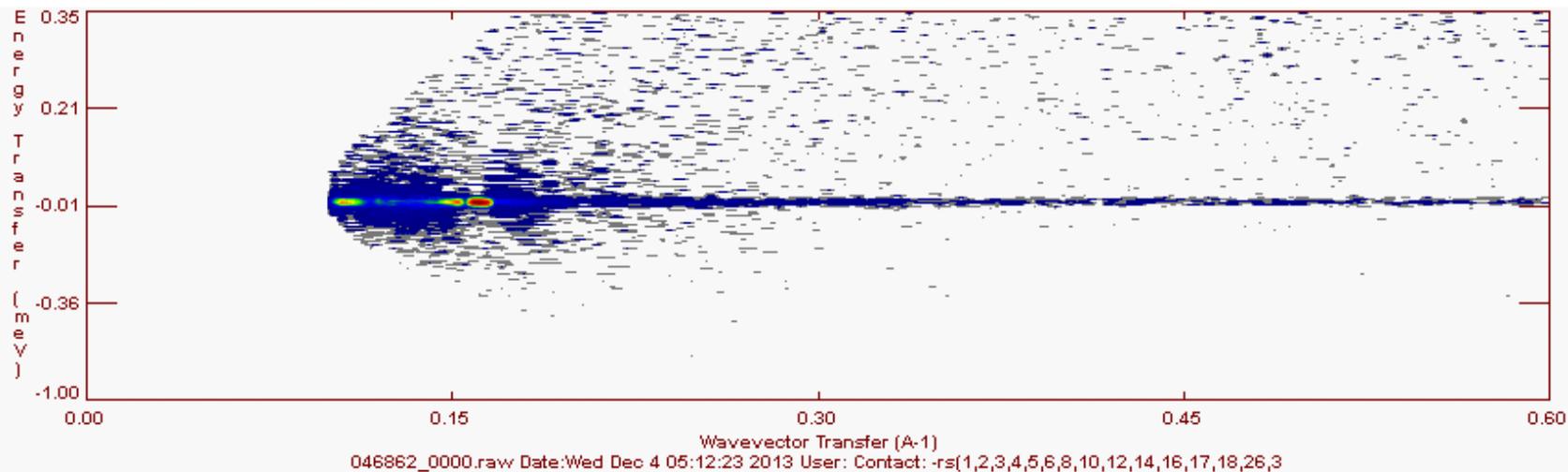
- ① Neutron guide NLZau
- ② PCR chopper-pair
- ③ Neutron guide
- ④ 1st higher order removal chopper
- ⑤ 2nd higher order removal and frame overlap chopper
- ⑥ MCR chopper-pair
- ⑦ Sample position
- ⑧ Radial collimator
- ⑨ Beamstop
- ⑩ Shielding
- ⑪ Detector bench



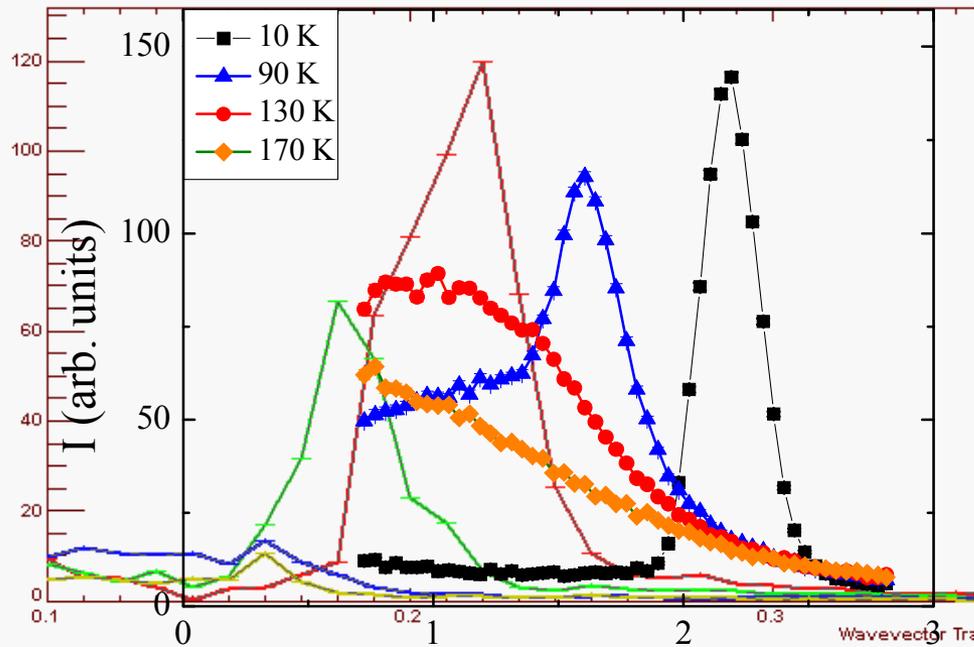
Влияние концентрации Со на магнитную структуру $\text{Mn}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}$



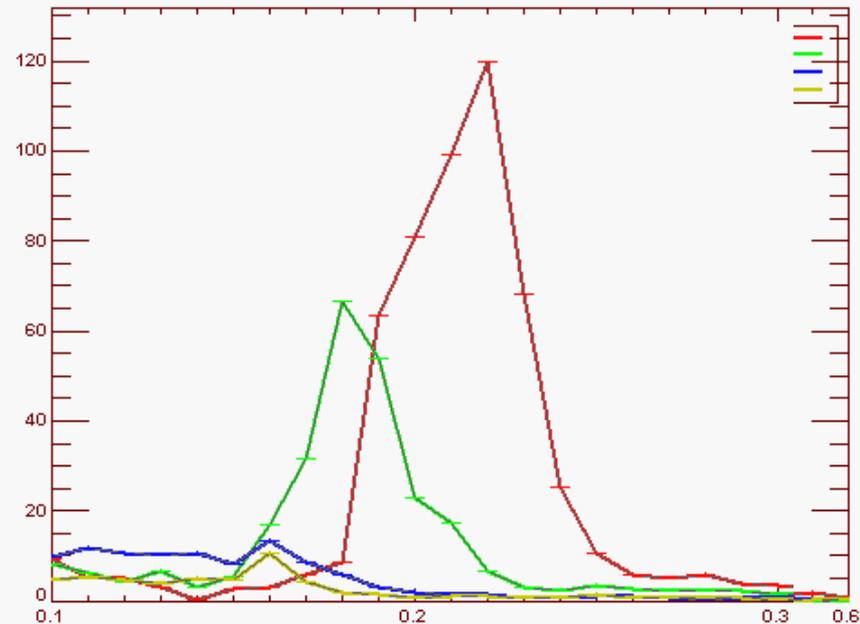
Результаты эксперимента по неупругому рассеянию нейтронов



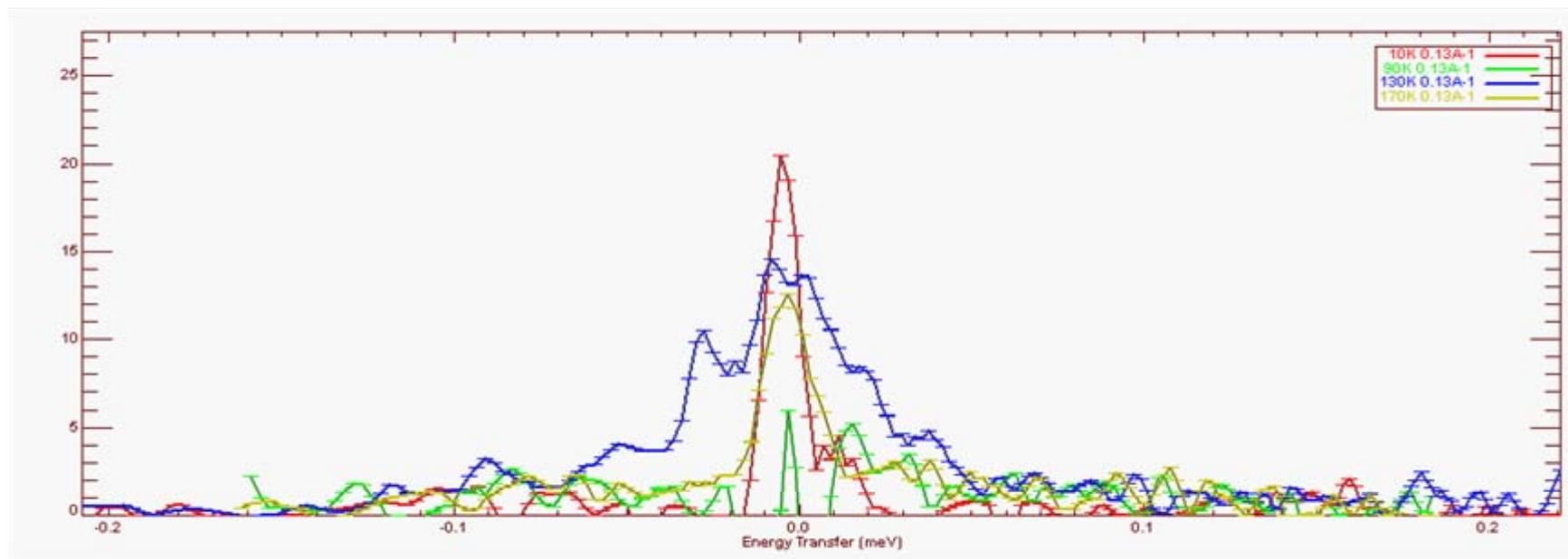
Результаты эксперимента по неупругому рассеянию нейтронов



Q (nm^{-1})



Зависимость интенсивности рассеяния от переданной энергии



Результаты

1. Впервые обнаружено аномальное магнитное рассеяние нейтронов в области малых углов при исследовании геликоидальных магнетиков.
2. Теоретически рассмотрена возможность наблюдения спиновых волн в геликоидальных магнетиках методом малоуглового рассеяния нейтронов.
3. Проведен эксперимент, подтверждающий неупругую природу аномального рассеяния.

Благодарности

Х. Эккерлебе

D. Menzel

А. И. Окороков

A. Heinemann

S.-A. Siegfried

J. Simeoni

Н. М. Чубова

Ch. Dewhurst

В. А. Дядькин

А. В. Цвященко

Е. В. Москвин

Д. Чернышев

Спасибо за внимание!