Правило льда и взаимодействие с магнитным полем ферромагнитных инвертированных опалов

Мистонов А.А.

Санкт-Петербургский государственный университет

Петербургский институт ядерной физики

Опалы и люди

Напольский К.С.
Саполетова Н.А.
Елисеев А.А.

Григорьева Н.А.
Вальковский Г.А.
Дубицкий И.С.
Шишкин И.С.
Григорьев С.В.

Menzel D.

Heinemann A.

Honnecker D.

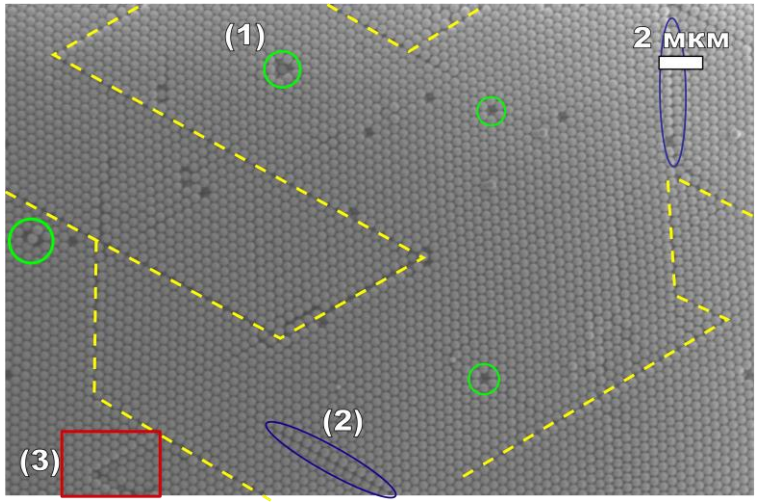
Technische Universität Braunschweig

MLZ
Heinz Maier-Leibnitz Zentrum

NEUTRONS FOR SCIENCE

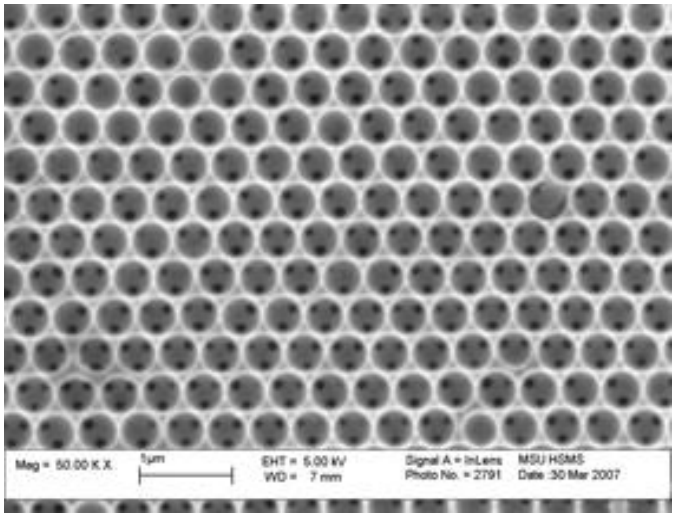
Опалоподобные структуры

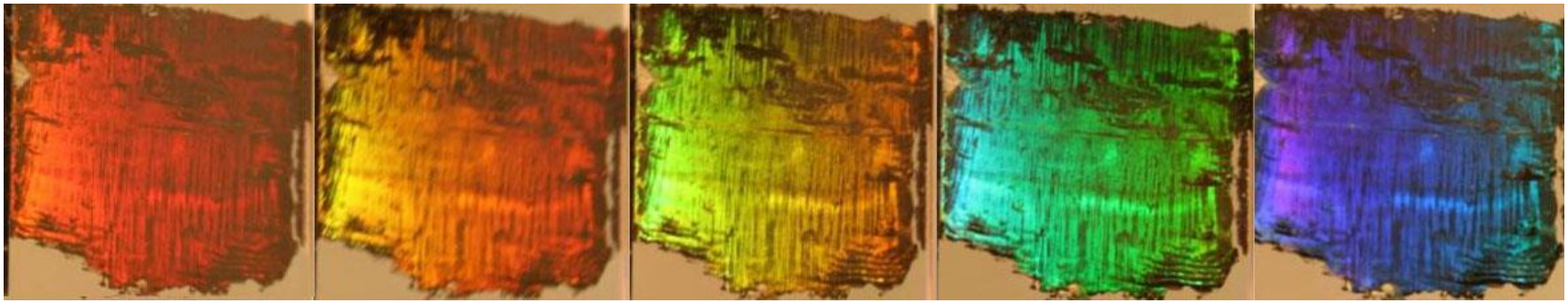
I. Электродепозиция полистирольных сфер
Опалоподобная структура (ОПС)



(1) Точечные дефекты
(2) Линейные дефекты
(3) Планарный дефект

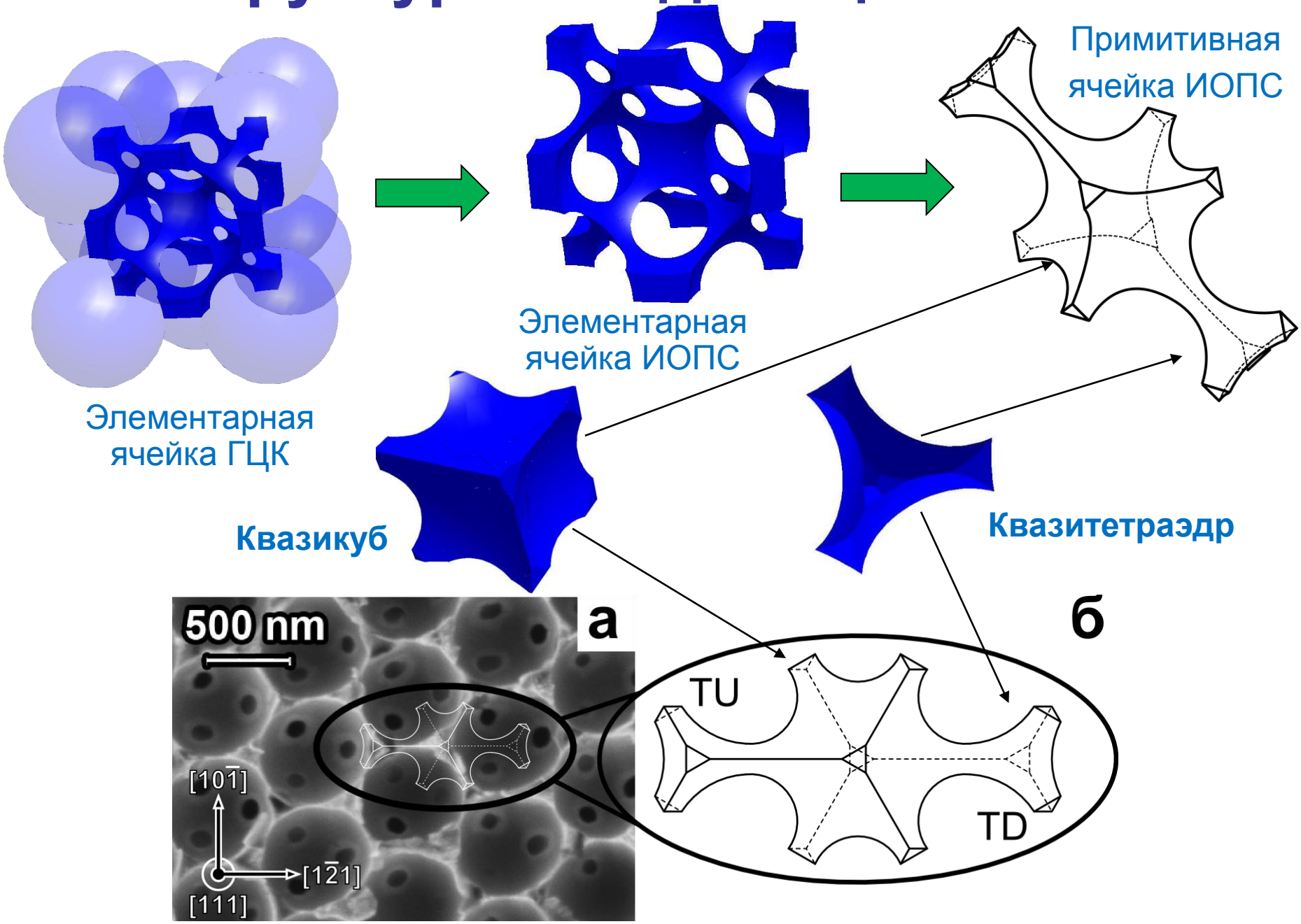
II. Электрохимическая депозиция металла в пустоты опала
+
III. Травление сфер в толуоле
Инвертированная опалоподобная структура (ИОПС)



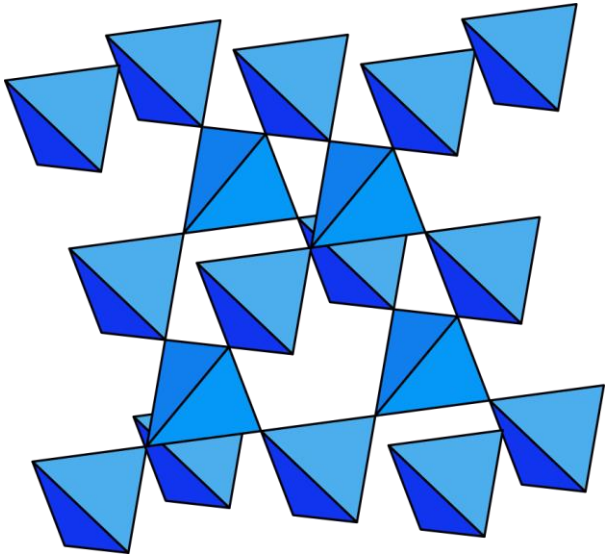


Никелевый опалоподобный кристалл в белом свете под разными углами

Структурные единицы ИОПС



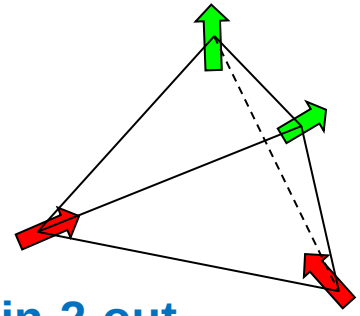
Правило льда в ИОПС



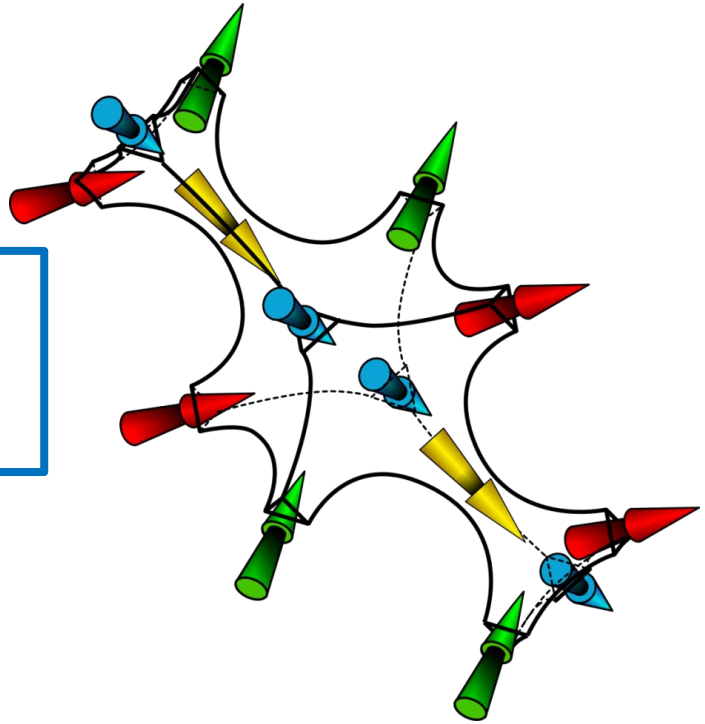
Структура пирохлора

4 магнитных подсистемы вдоль осей типа <111>

$$\oint BdS = 0$$



2-in-2-out



N-in-N-out

Количество векторов локальной намагниченности входящих в каждый квазикуб и квазитетраэдр должно быть равно количеству выходящих векторов

Намагничивание ИОПС

- Вектора намагниченности выстраиваются так, чтобы минимизировать энергию взаимодействия с **магнитным полем**

- **Правило льда** определяет взаимную ориентацию четырёх векторов в каждом тетраэдре

- Намагничивание происходит через попарную переориентацию векторов локальной намагниченности, скачкообразно

$$I_M(q) \sim \sum_i a_i(H_{ci}) m_i^2 \cos^2(m_{\perp qi}, m_i)$$

Варианты взаимодействия

Соперничество **Независимость** **Сотрудничество**

H || [111]

H || [1$\bar{2}$1]

H || [100]

Эксперимент

Параметры эксперимента:

Установка: **SANS-1, FRM-2, MLZ (Garching).**

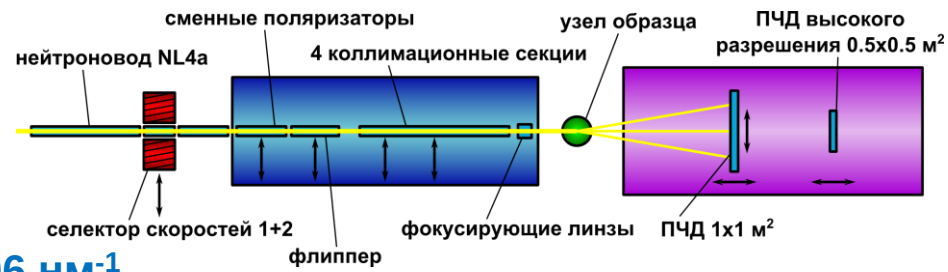
Длина волны: **λ = 1.7 нм, $\Delta\lambda/\lambda$ = 10%,**

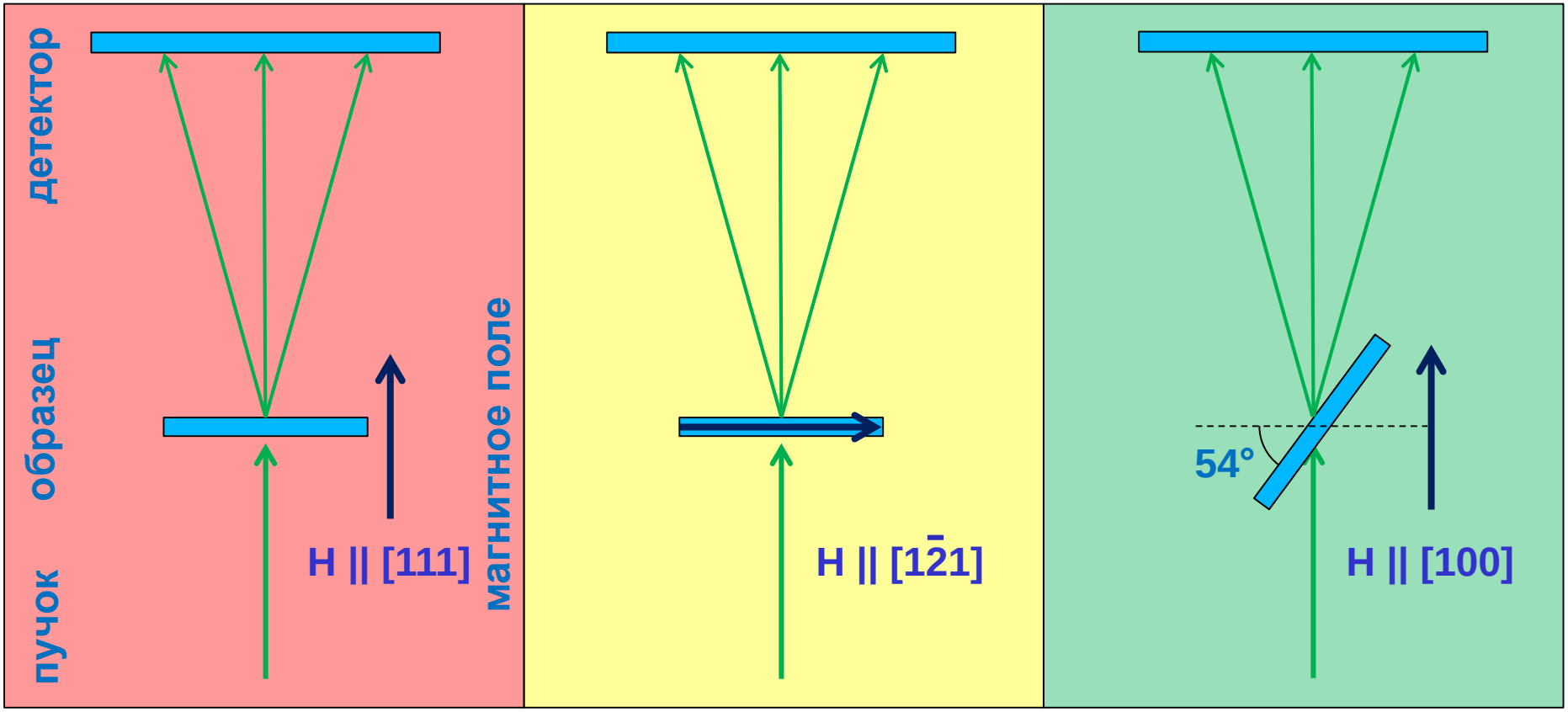
Диаметр пучка: **6 мм,**

Расстояние Образец – Детектор: **21.719 м,**

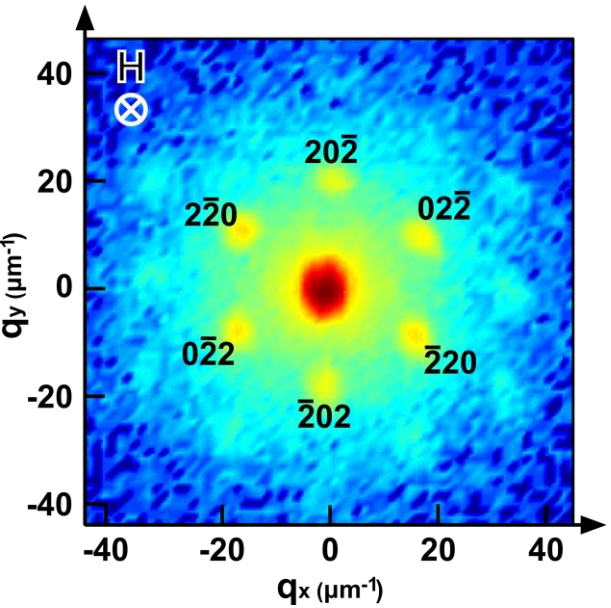
Диапазон векторов рассеяния: **от 0.005 до 0.06 нм$^{-1}$**

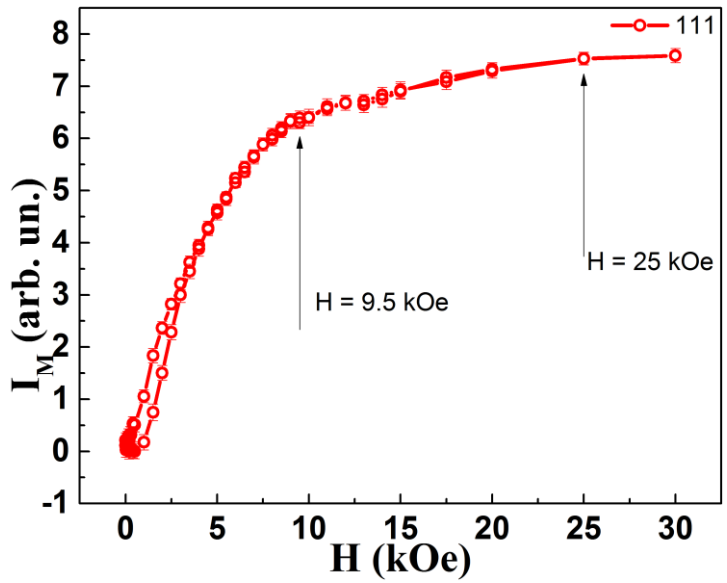
Внешнее магнитное поле: **H = -30 кЭ – 30 кЭ,**

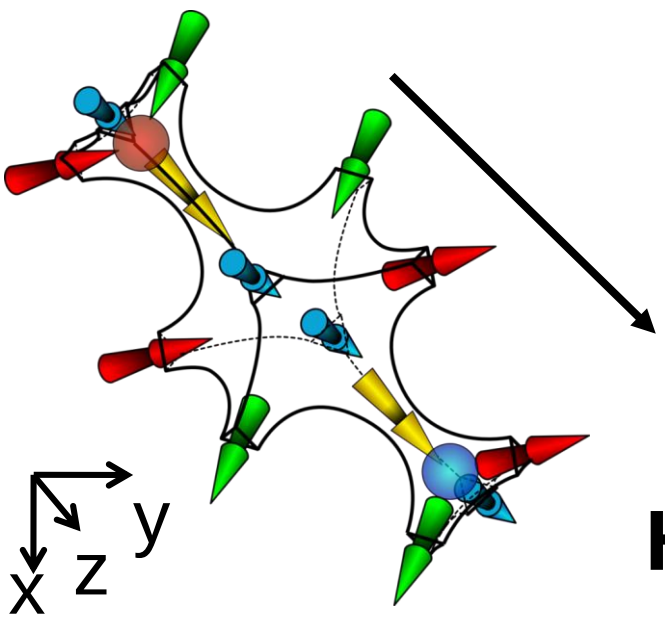




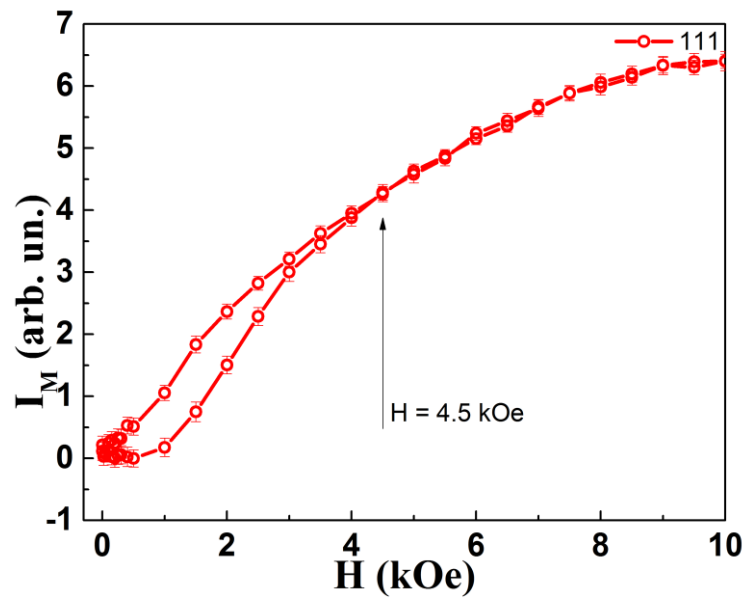
Соперничество. H || [111]



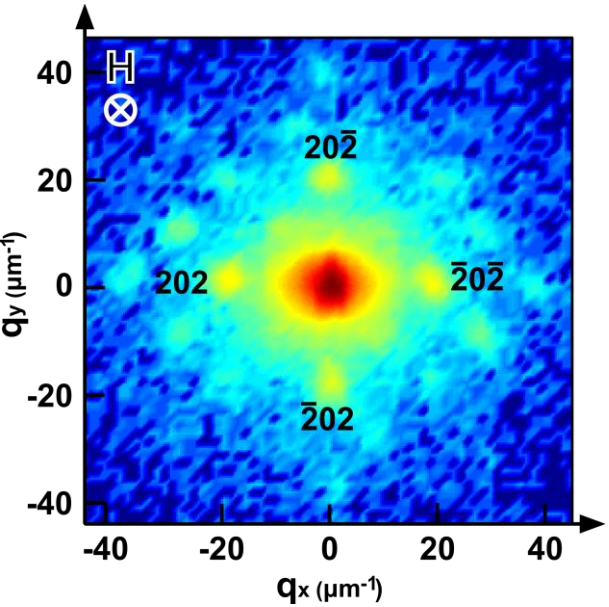


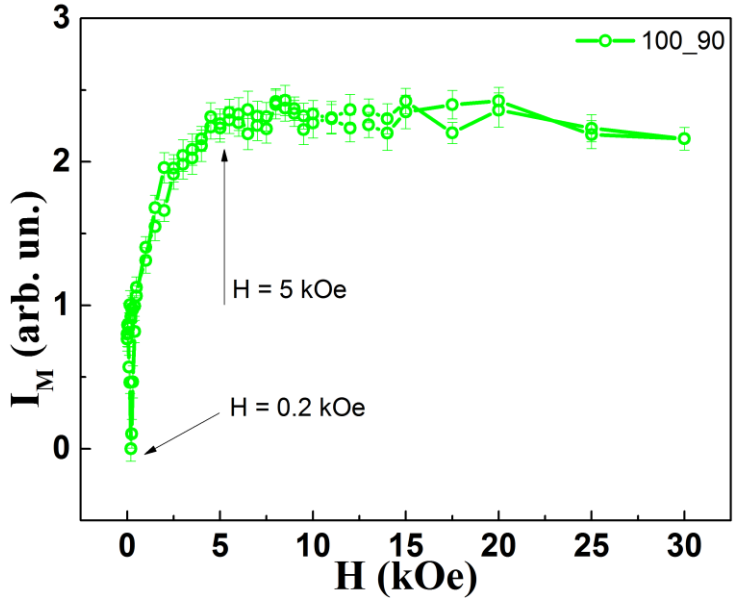


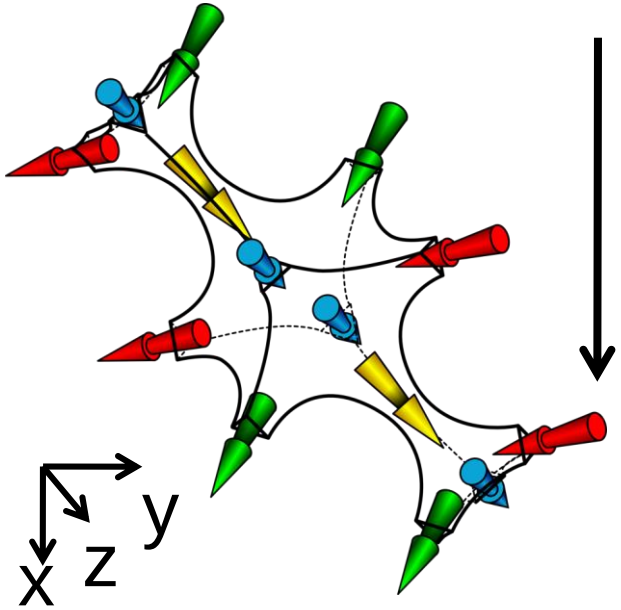
H || [111]



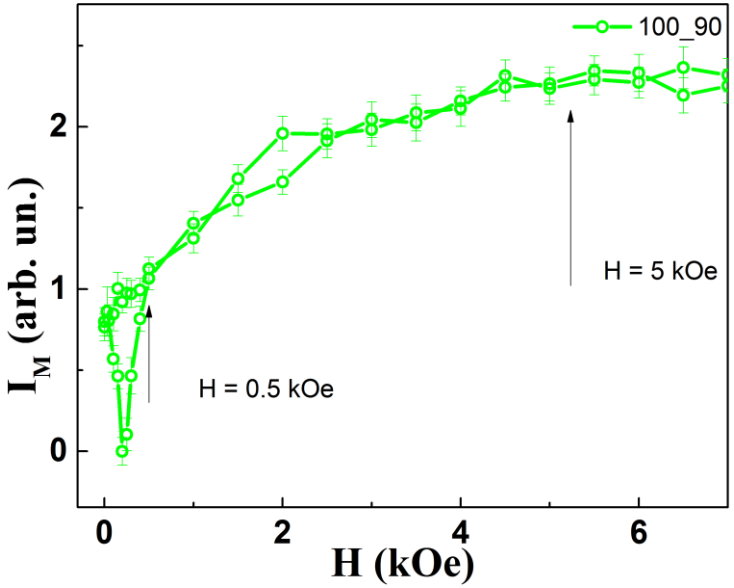
Сотрудничество. H || [100]



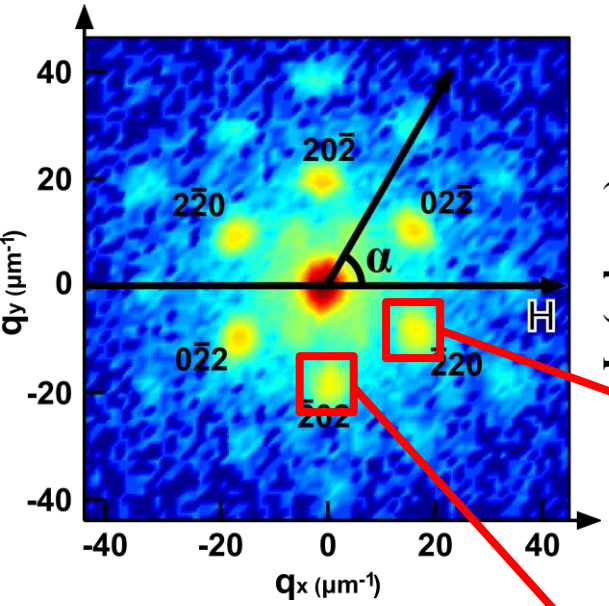


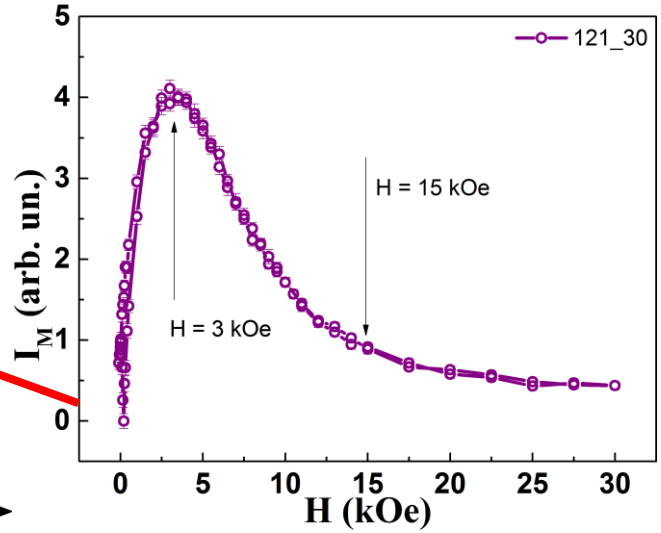


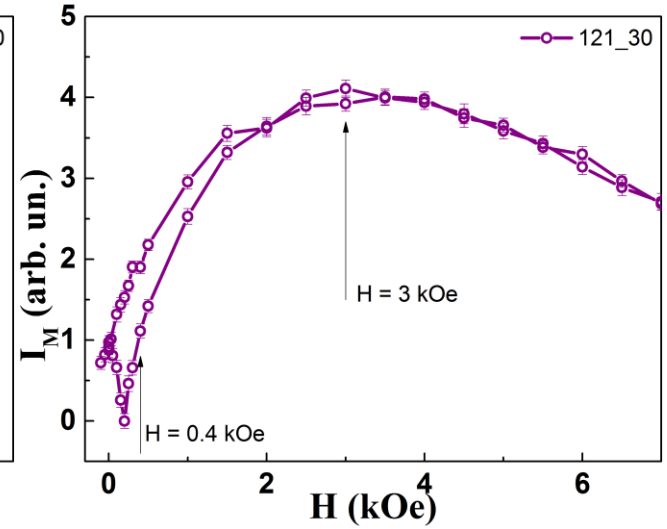
H || [100]

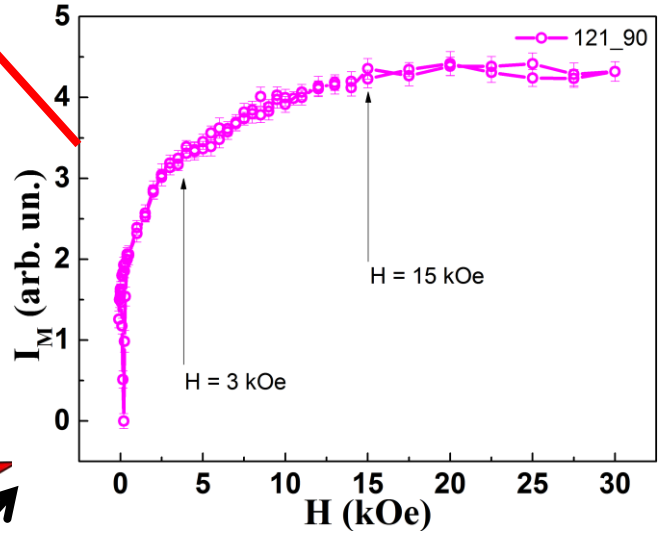


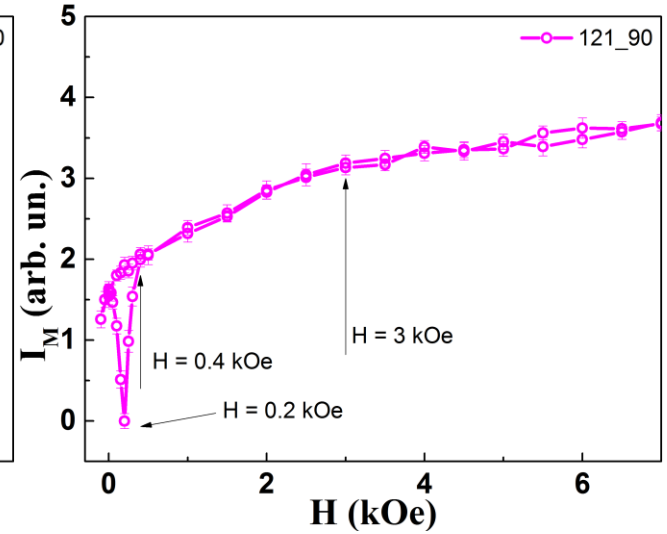
Независимость. H || [1$\bar{2}$1]

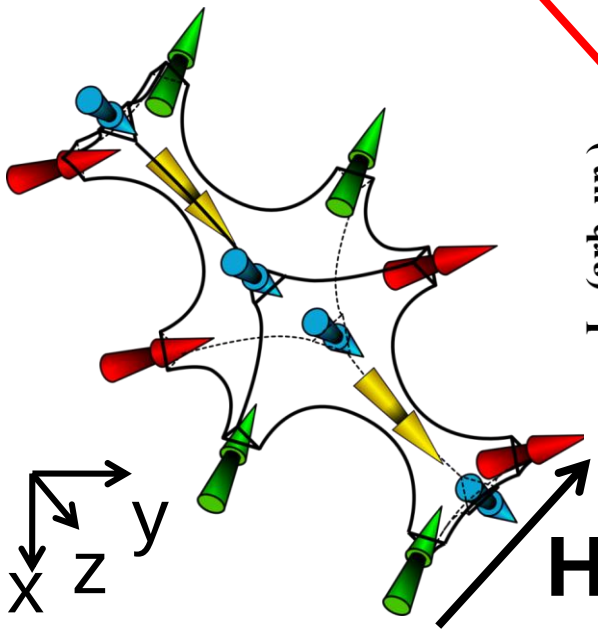












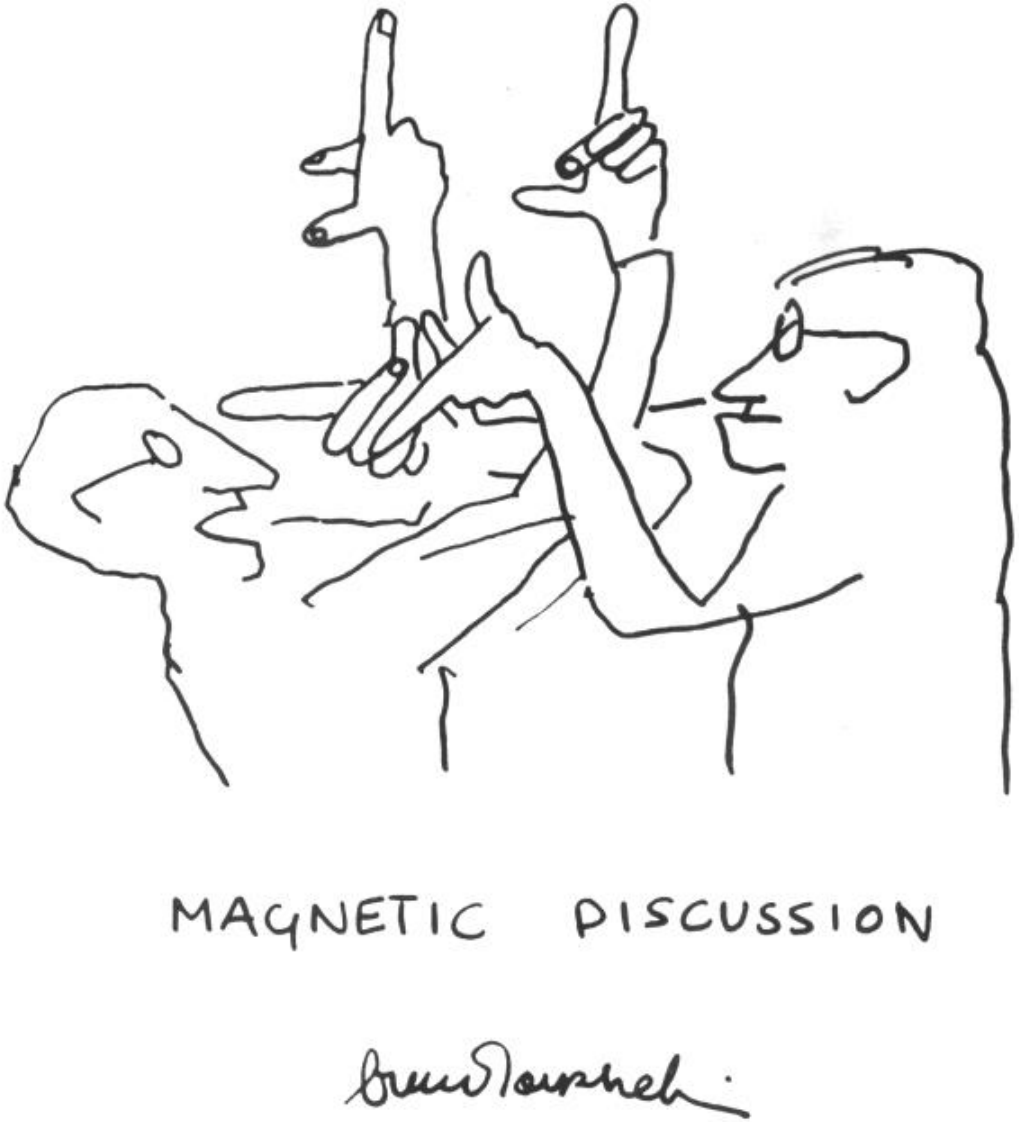
H || [1$\bar{2}$1]

Заключение

- В эксперименте обнаружены критические поля, отнесённые переходам магнитной системы из одного состояния в другое

- Несмотря на размагничивающее поле в геометрии H||[100], намагничивание происходит быстрее, чем в геометрии H||[121]

- Необходимо использование дополнительных методов исследования для проверки применимости модели, основанной на «правиле льда»



Спасибо за внимание!