

Универсиада «Ломоносов»
Физический факультет
Кафедра общей физики и физики конденсированного
состояния

Кристаллическая структура и магнитные свойства
нестехиометрических кобальтитов $\text{RBaCo}_4\text{O}_{7+x}$ ($x=0,0.1,0.2$)

Выполнил студент
421 группы:
Столяренко Максим Сергеевич
Научный руководитель:
Старший научный сотрудник, кандидат физ.-мат. наук
Снегирев Вячеслав Владимирович

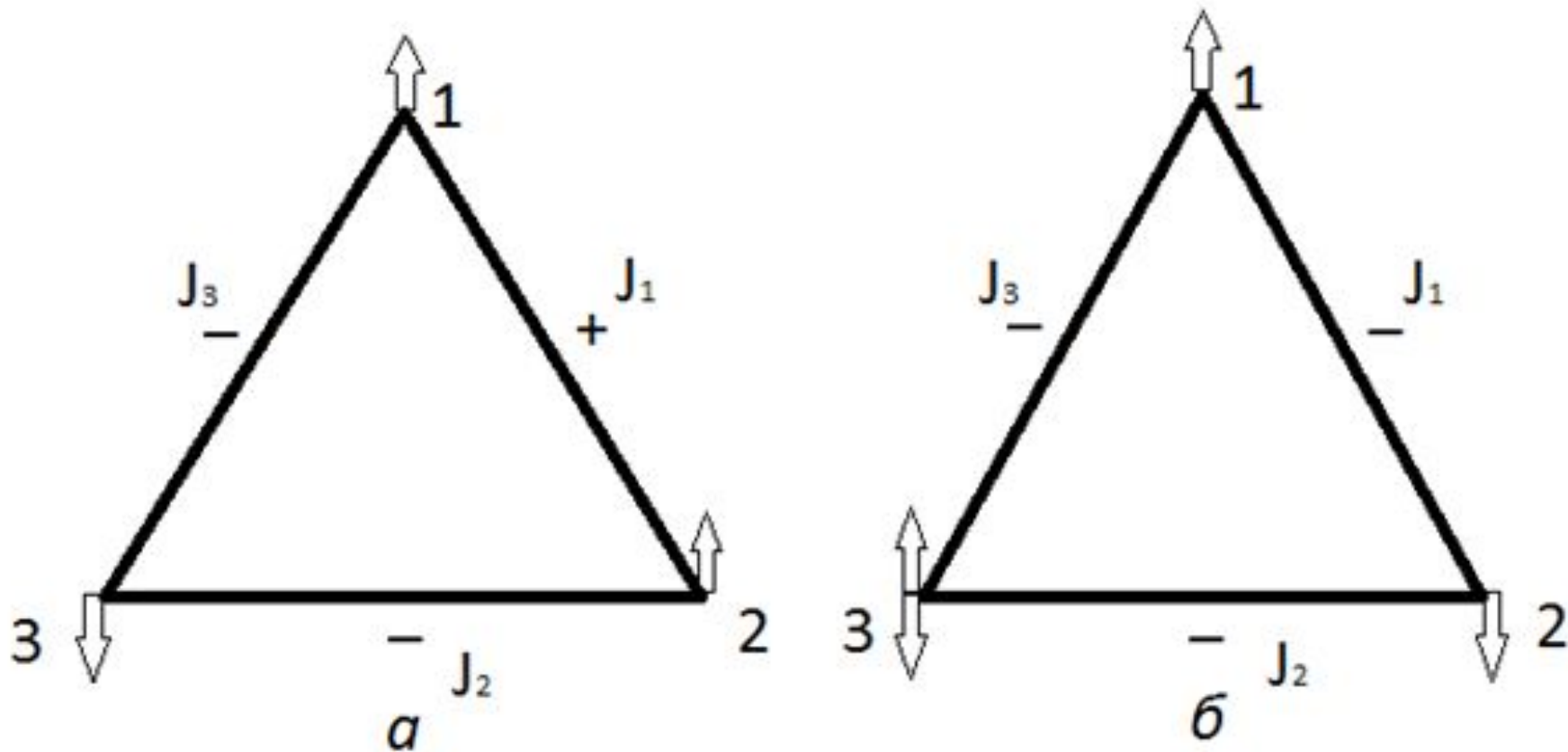
Цель работы:

- Изучение структуры редкоземельных кобальтитов $\text{R}\text{Ba}\text{Co}_4\text{O}_{7+x}$
- Исследование влияния избытка кислорода на структурные переходы в $\text{R}\text{Ba}\text{Co}_4\text{O}_{7+x}$
- Исследование влияния типа редкоземельного иона на магнитные свойства кобальтитов $\text{R}\text{Ba}\text{Co}_4\text{O}_{7+x}$

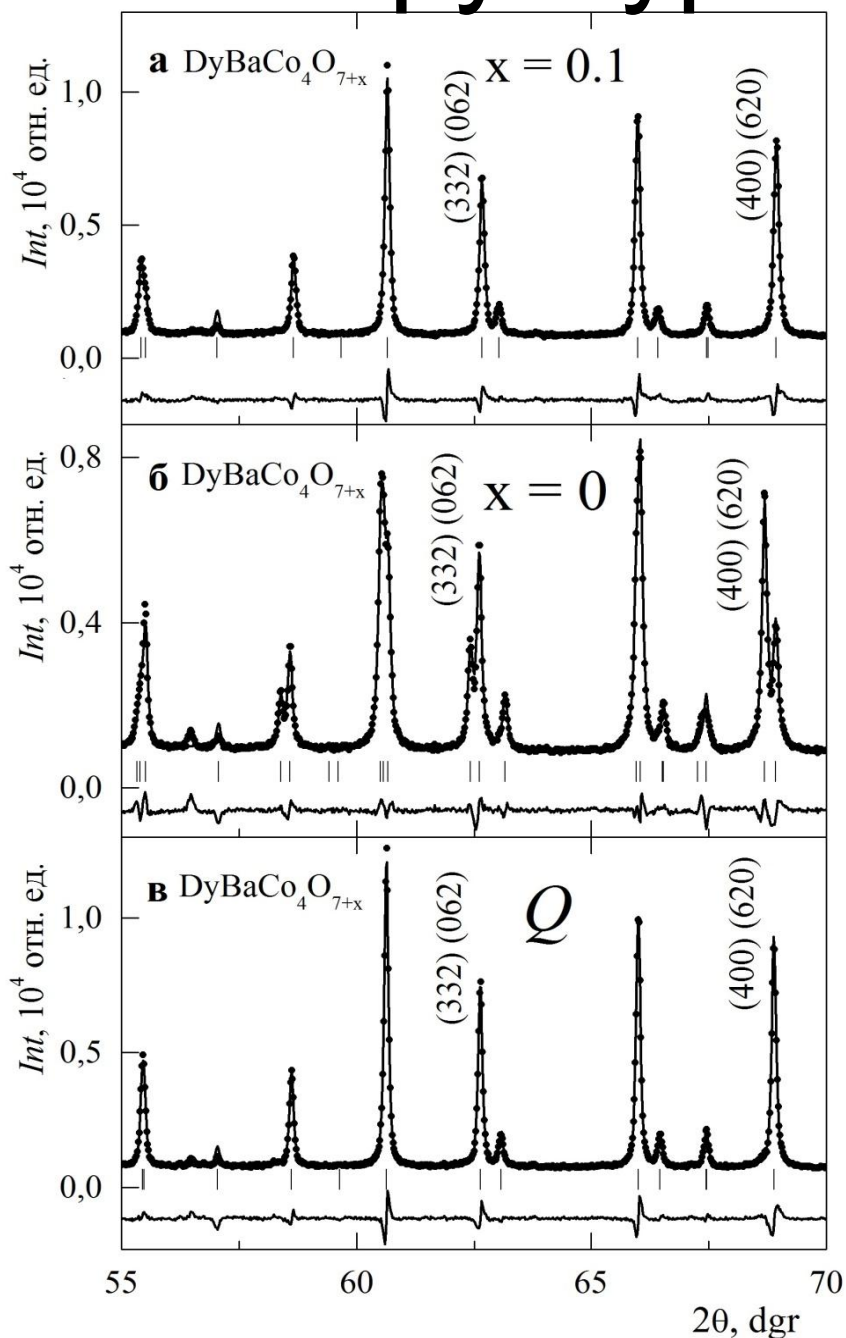
План:

- Структура $R\text{BaCo}_4\text{O}_{7+x}$
- Фрустрации обменного взаимодействия
- Образцы и методика измерений
- Результаты и анализ полученных данных
- Выводы

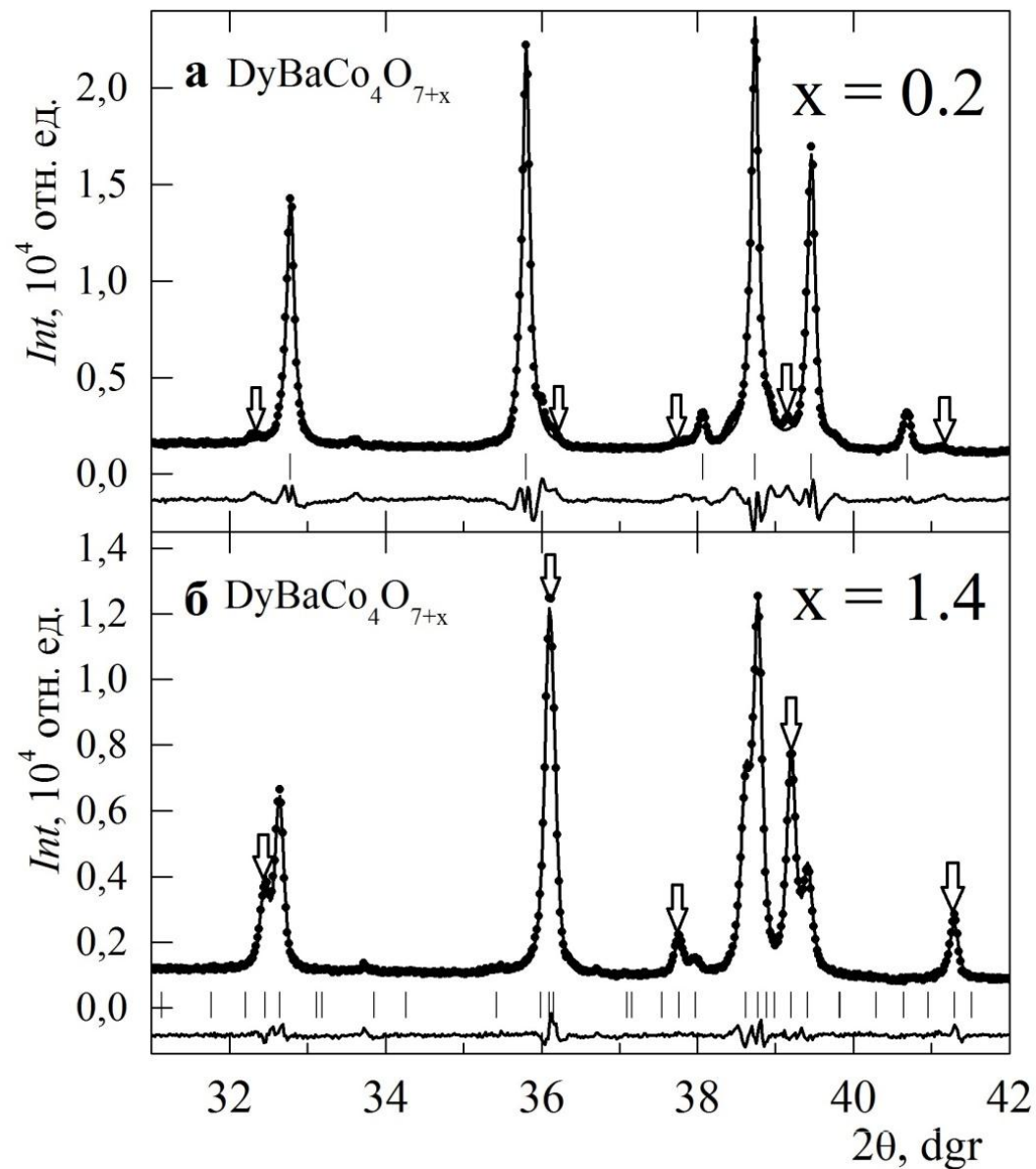
Фрустрации в системе из трех СПИНОВ



Рентгеноструктурный анализ

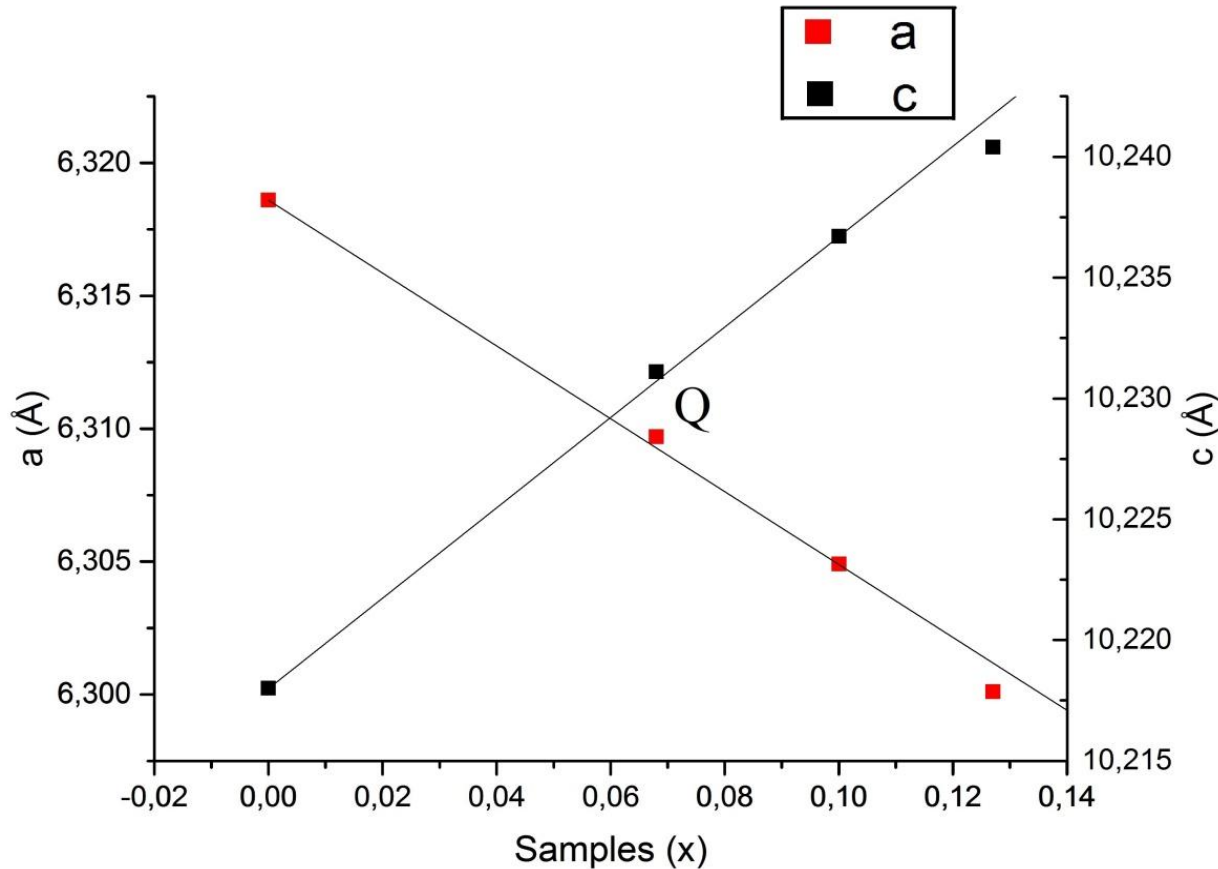


Экспериментальные (точки) и рассчитанные (линии) рентгенограммы и разность между ними (линии внизу) для образцов $\text{DyBaCo}_4\text{O}_{7+x}$ с разными отклонениями от стехиометрии $x = 0.1, 0$ и для закаленного образца Q на $\text{CoK}_{\alpha 1}$ -излучении.



Экспериментальные (точки) и рассчитанные (линии) рентгенограммы и разность между ними (линии внизу) для образцов DyBaCo₄O_{7+x} с разными отклонениями от стехиометрии $x = 0.2, 1.4$ на $\text{CoK}_{\alpha 1}$ -излучении. Штрихами показаны положения брэгговских пиков

образец, x	a, Å	b(b'), Å	a _{avr} , Å	c, Å	ε _o , 10 ⁻³	χ ²
0.1	6.3049	10.9204	6.3049	10.2367	0	3.51
Q	6.3097	10.9287	6.3097	10.2311	0	3.93
0	6.3053	10.9671	6.3186	10.2180	-4.21	2.95
0.13 («0.2»)	6.3001	10.9121	6.3001	10.2404	0	3.78
1.4	12.6999	10.9194	6.3272	10.0831	7.18	1.20



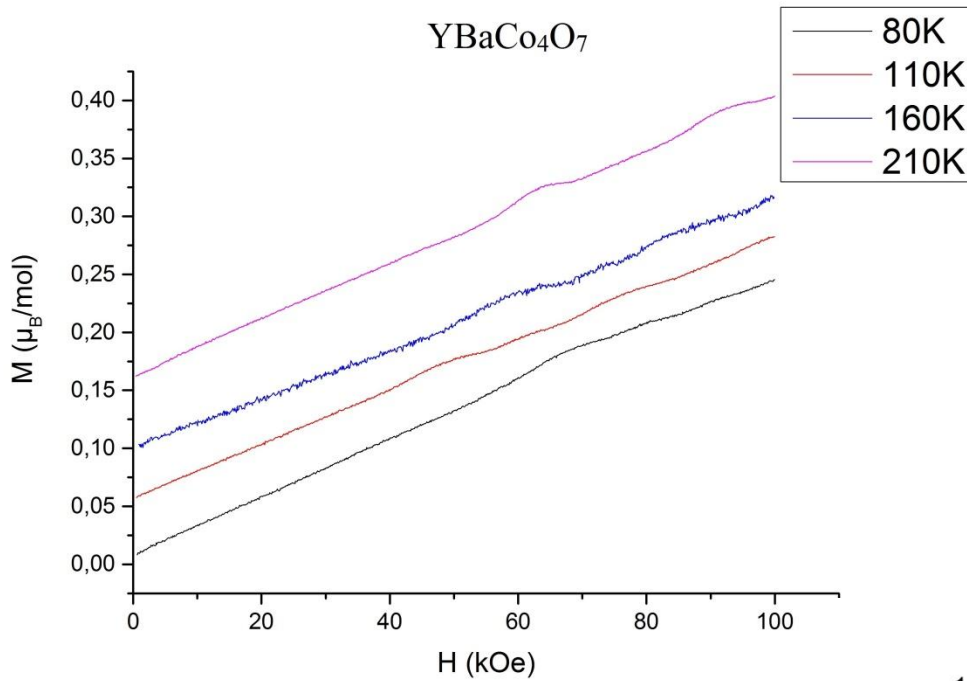
Размеры a_{avr} и c кристаллической решетки для образцов $DyBaCo_4O_{7+x}$ с разными отклонениями от стехиометрии $x = 0.1, 0.0, 0.2, 1.4$ и для закаленного образца Q

Выводы

- Искажение структуры, наблюдаемое в образцах с $x = 0; 1.4$, приводит к снятию фрустраций в системе и установлению дальнего магнитного порядка
- Неискаженные образцы сохраняют гексагональную структуру и не обнаруживают структурных переходов при понижении температуры
- Выявлены сильные антиферромагнитные взаимодействия в кобальтовой подсистеме
- РЗ подсистема обнаруживает парамагнитное поведение, на фоне которого вклад кобальтовой подсистемы регистрируется с трудом

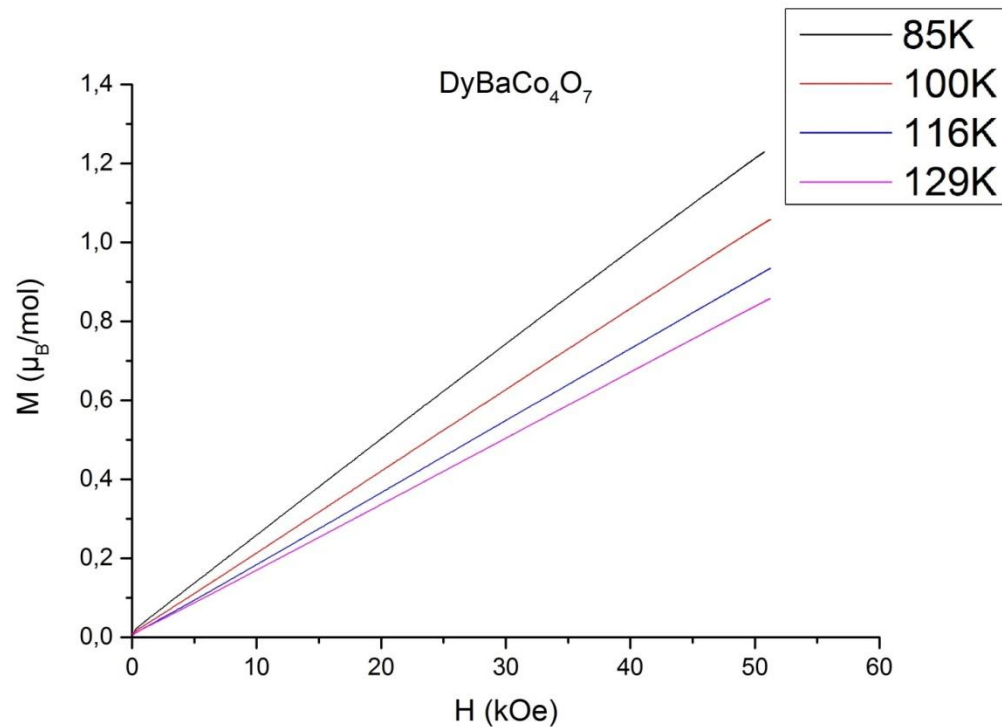
Магнитные свойства

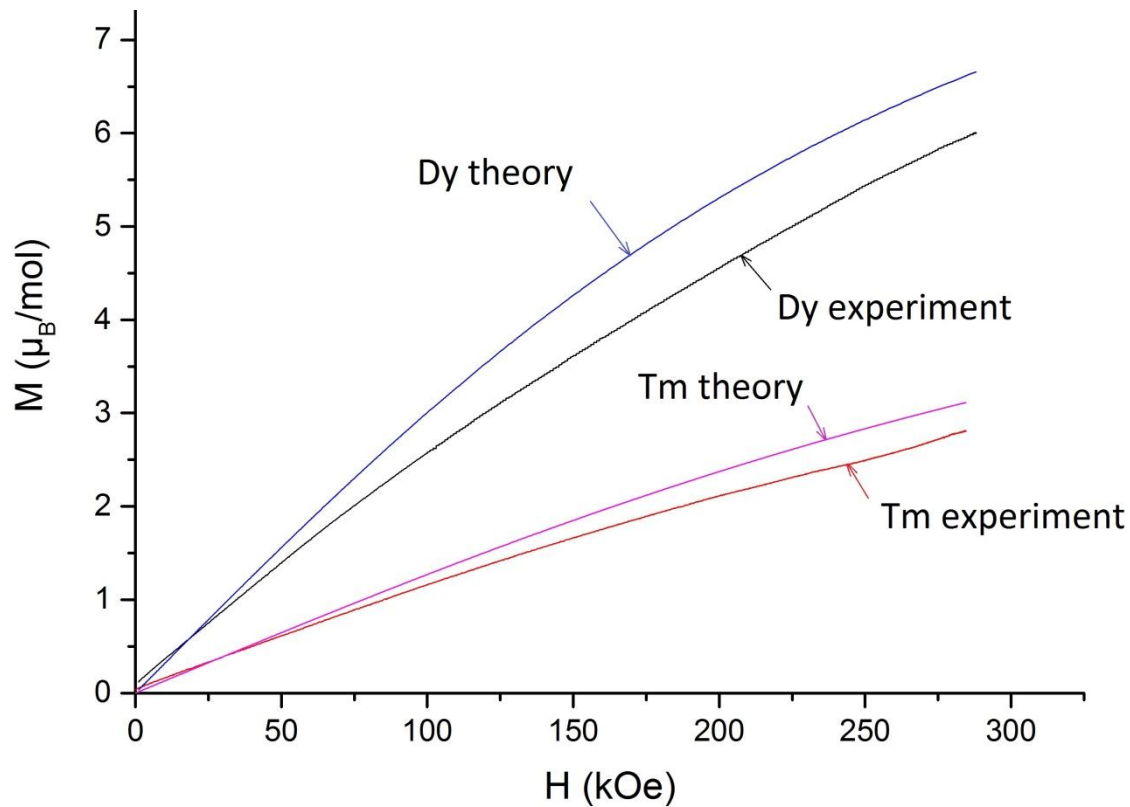
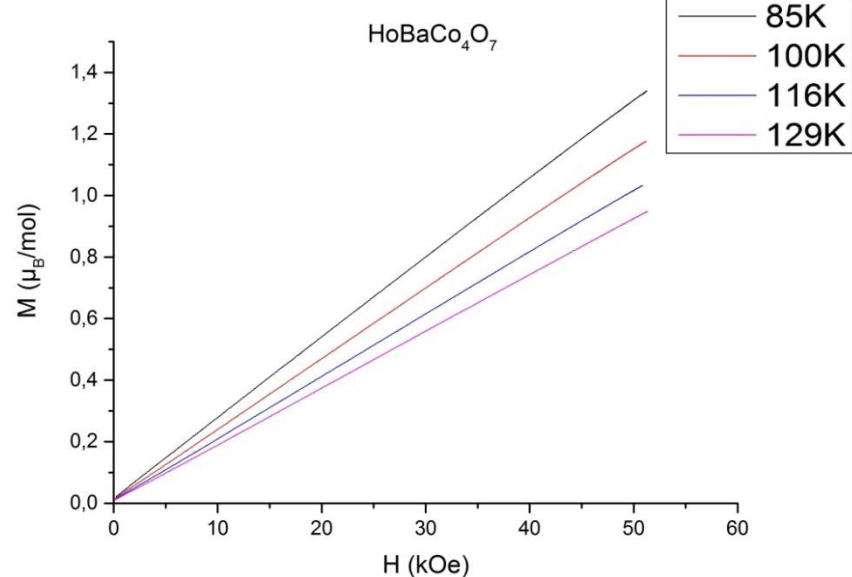
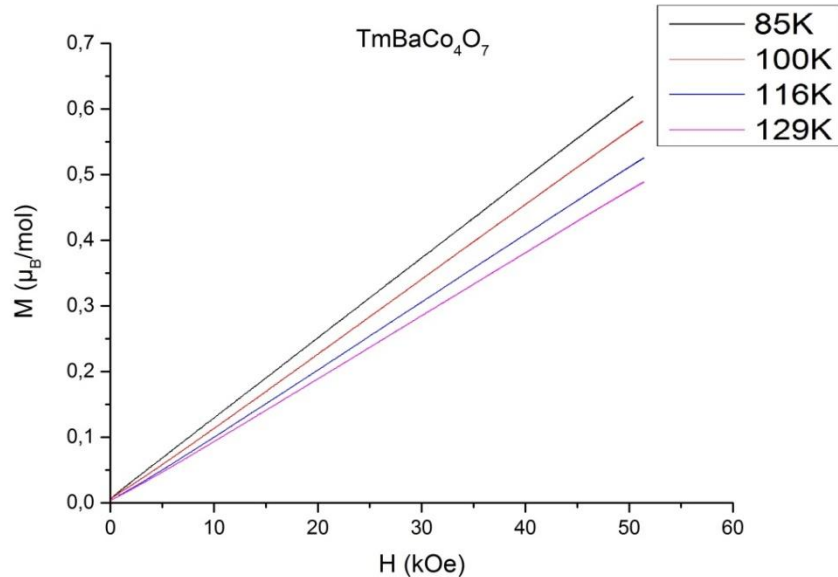
YBaCo_4O_7



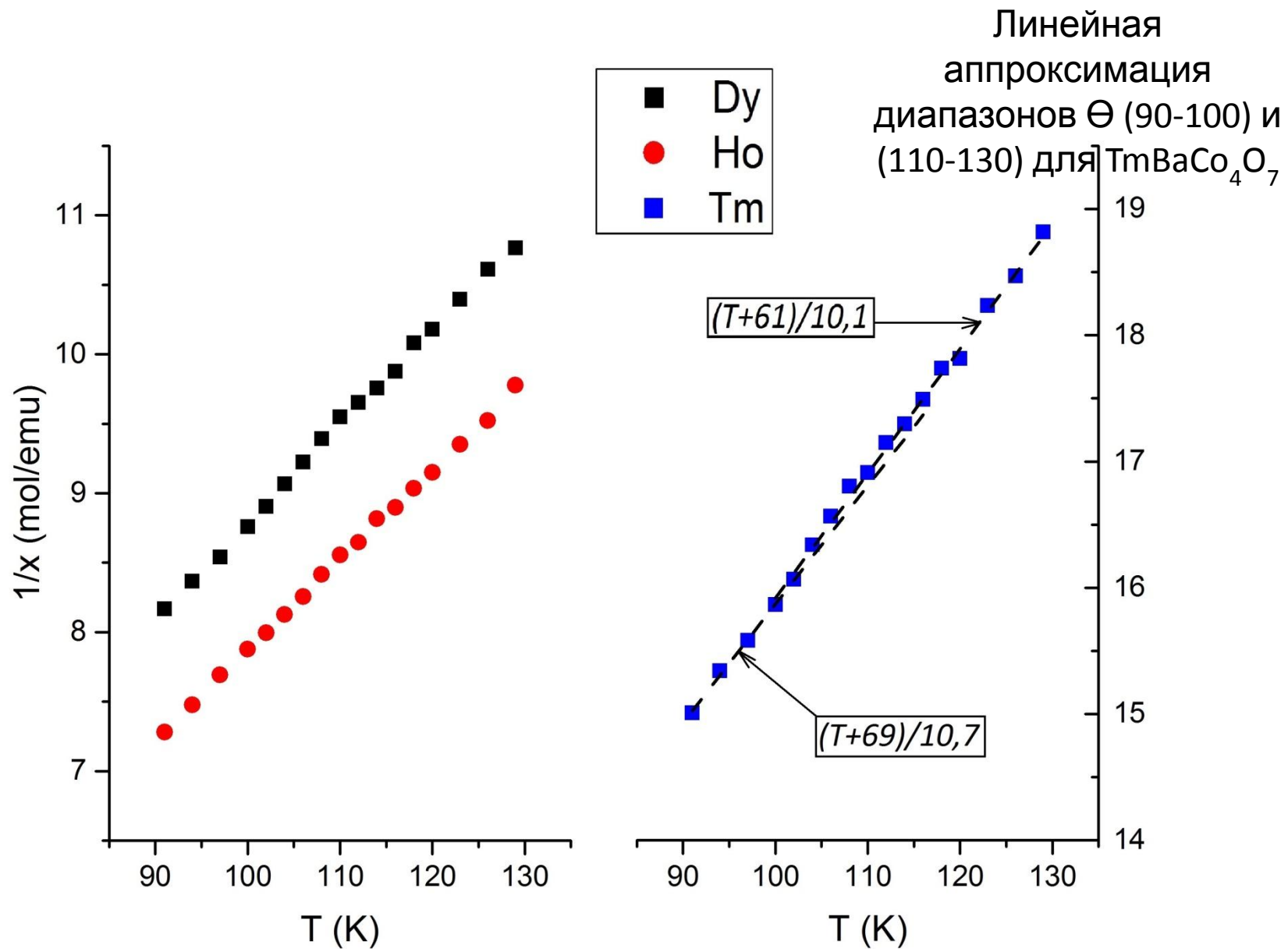
Кривые намагничивания YBaCo_4O_7 при различных температурах (вклад кобальтовой подрешетки)

Кривые намагничивания $\text{DyBaCo}_4\text{O}_7$ при различных температурах (вклад РЗ и кобальтовой подрешетки вместе)

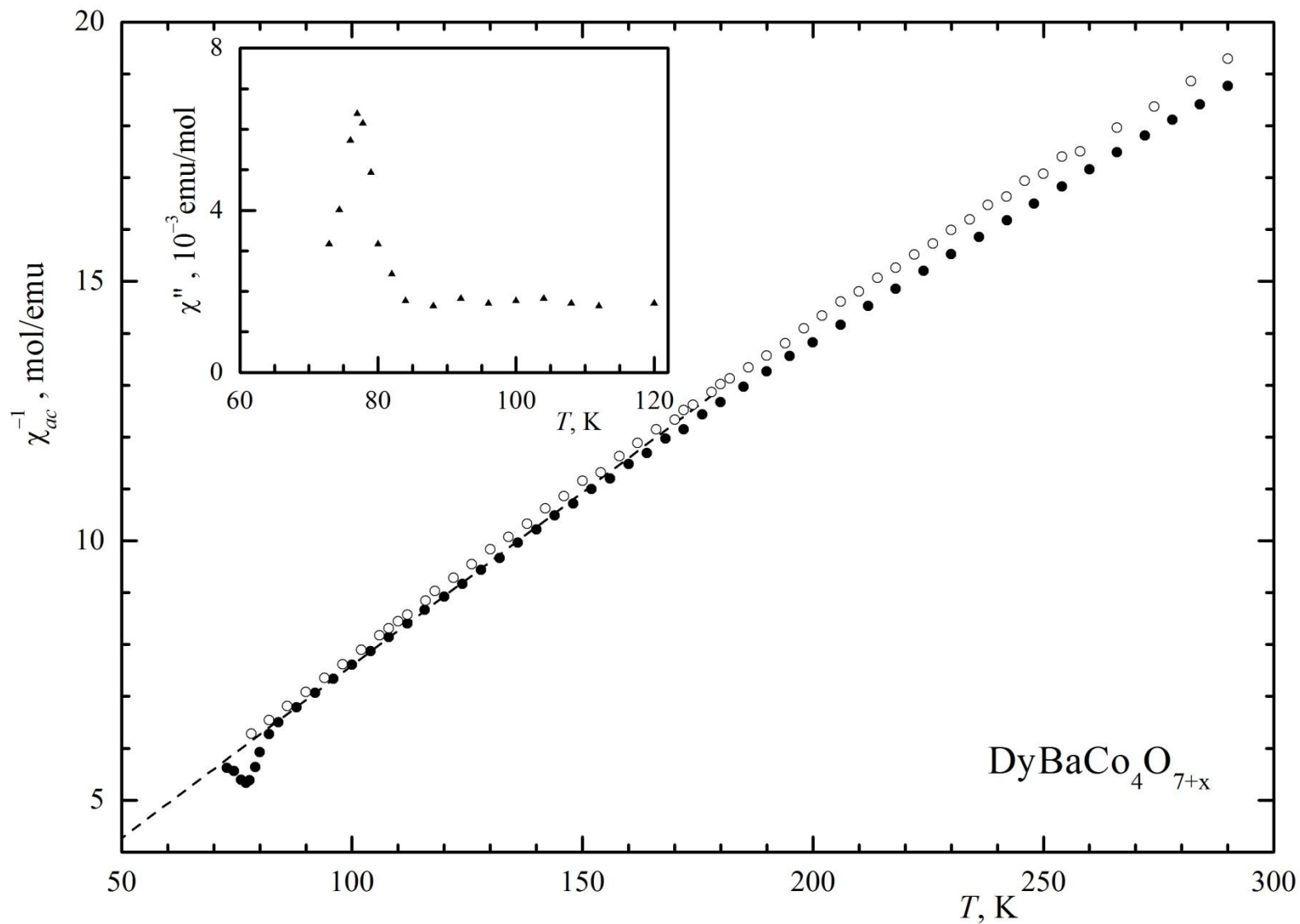




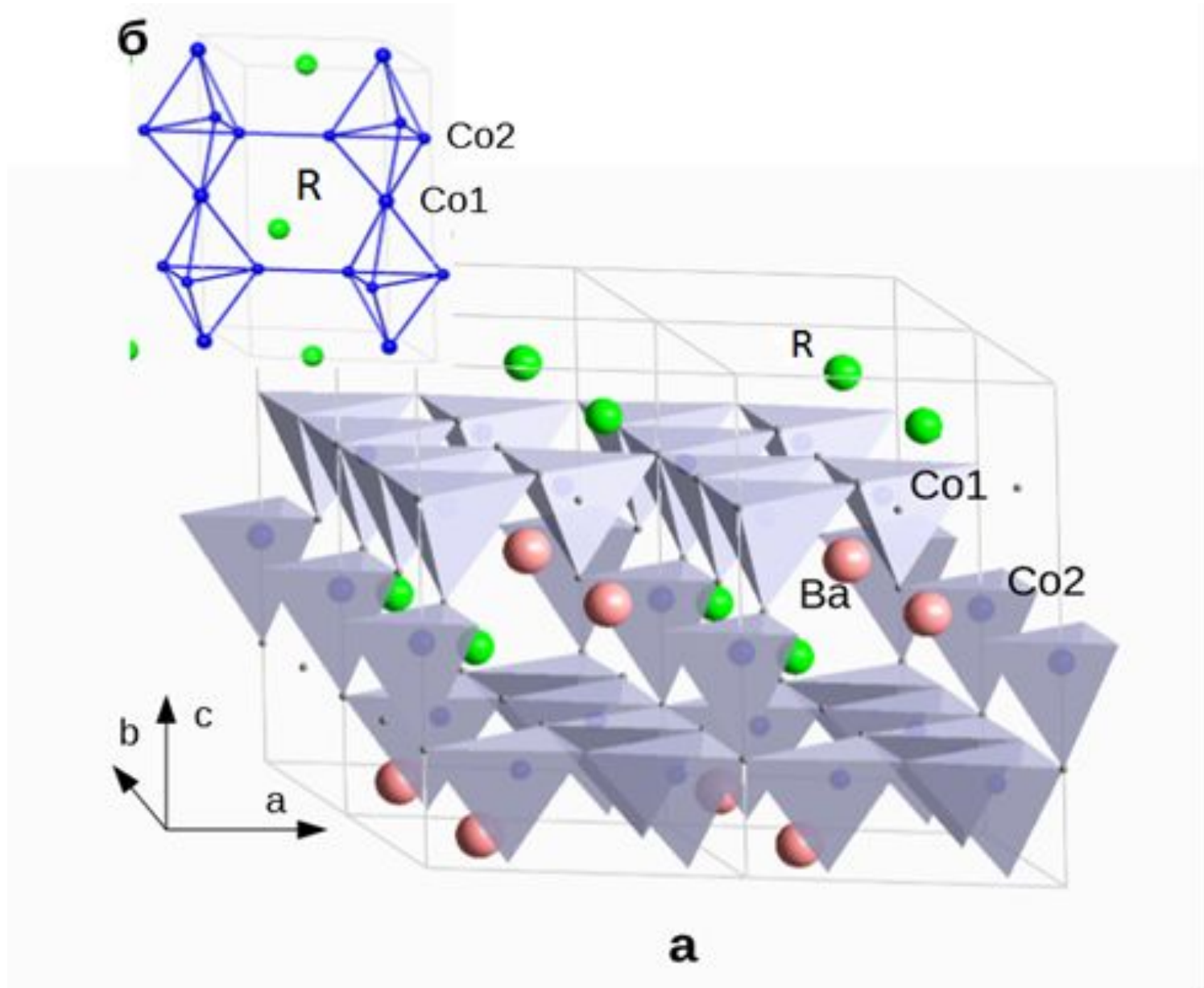
**Зависимость намагниченности
 DyBaCo₄O₇ и TmBaCo₄O₇ от
 внешнего поля до 300 кЭ
 (теоретическая кривая
 рассчитана по функции**



Зависимость обратной
восприимчивости $RBaCo_4O_7$ ($R = Dy, Ho,$
 Tm) от температуры



Зависимость обратной восприимчивости $\text{DyBaCo}_4\text{O}_{7+x}$ от температуры с разными отклонениями от стехиометрии $x = 0.1$ (закрашенные точки), 0 (пустые точки)



Кристаллическая структура
 $RBaCo_4O_7$

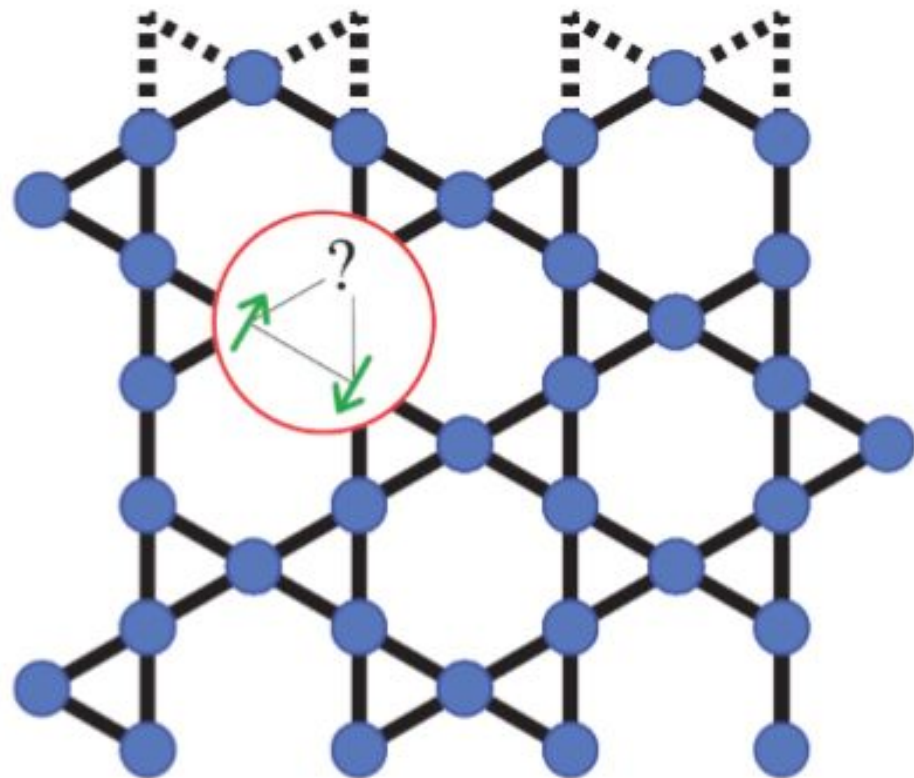
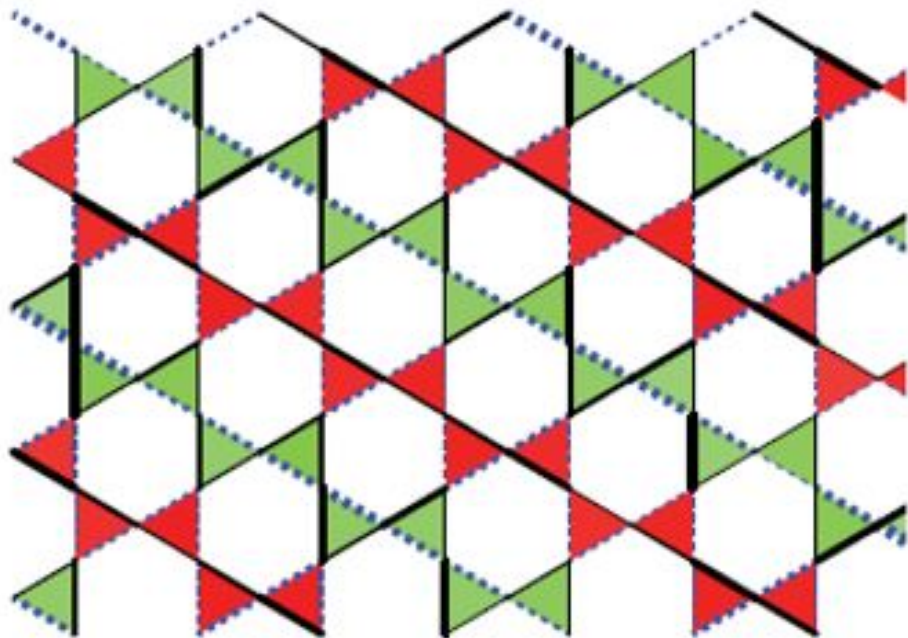


Схема расположения атомов в решетке КагOME и треугольный мотив фрустрации

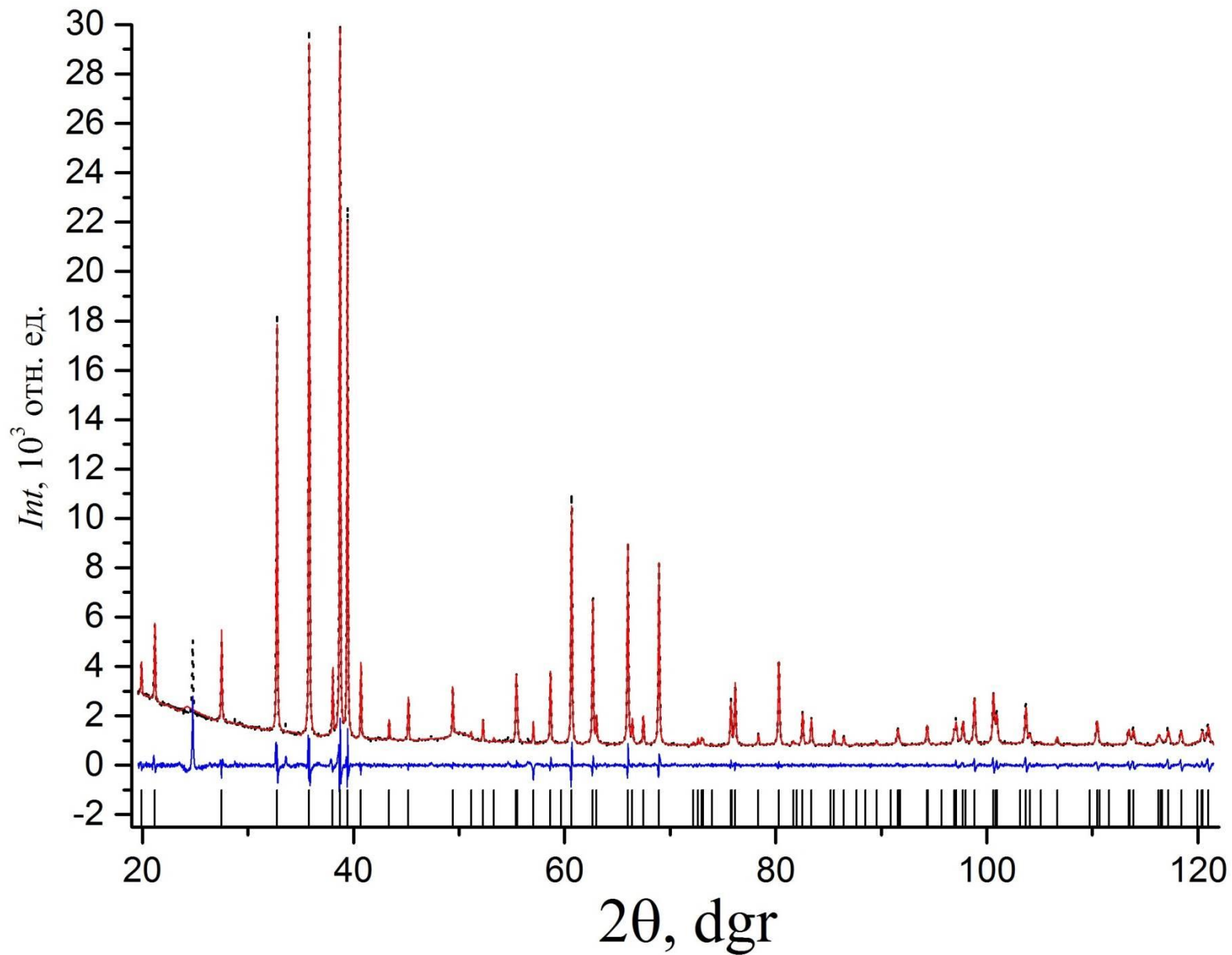


Рис. 13. Экспериментальные (точки) и рассчитанные (красная линия) полные рентгенограммы и разность между ними (синяя линия) для образца $\text{DyBaCo}_4\text{O}_{7+x}$ с $x = 0.1$ на $\text{CoK}_{\alpha 1}$ -излучении. Штрихами показаны положения брегговских пиков согласно пространственной группе.