

Структура и свойства ВТСП-керамики $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$

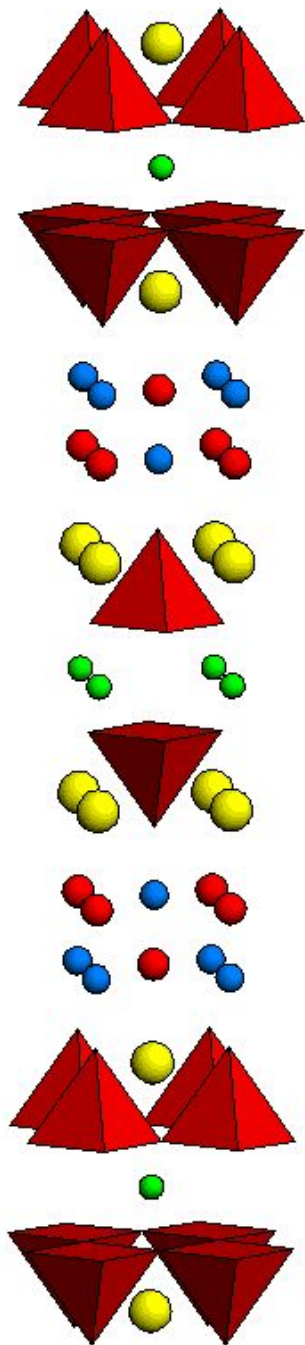
Пряничников С.В.

Институт металлургии УрО РАН

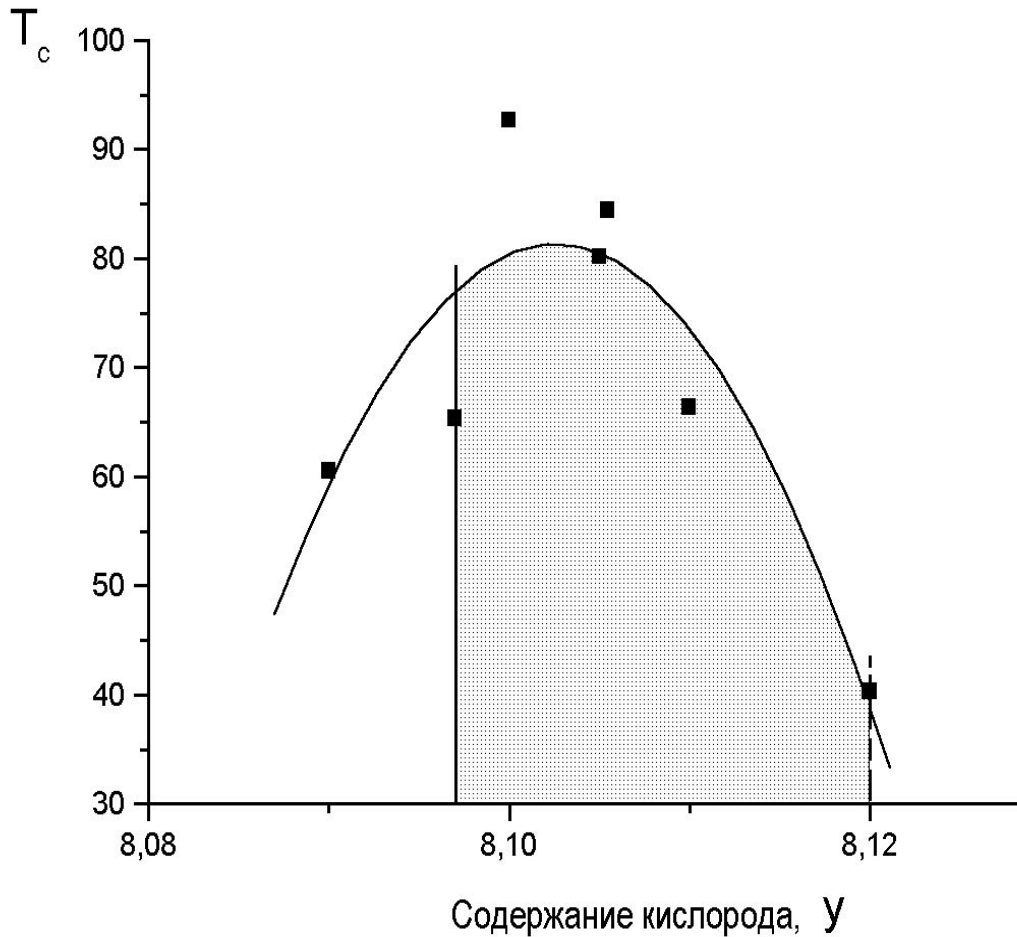
Влияние кислородной стехиометрии на структуру и свойства ВТСП-керамики $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$

- рентгенография и нейтронография $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$;

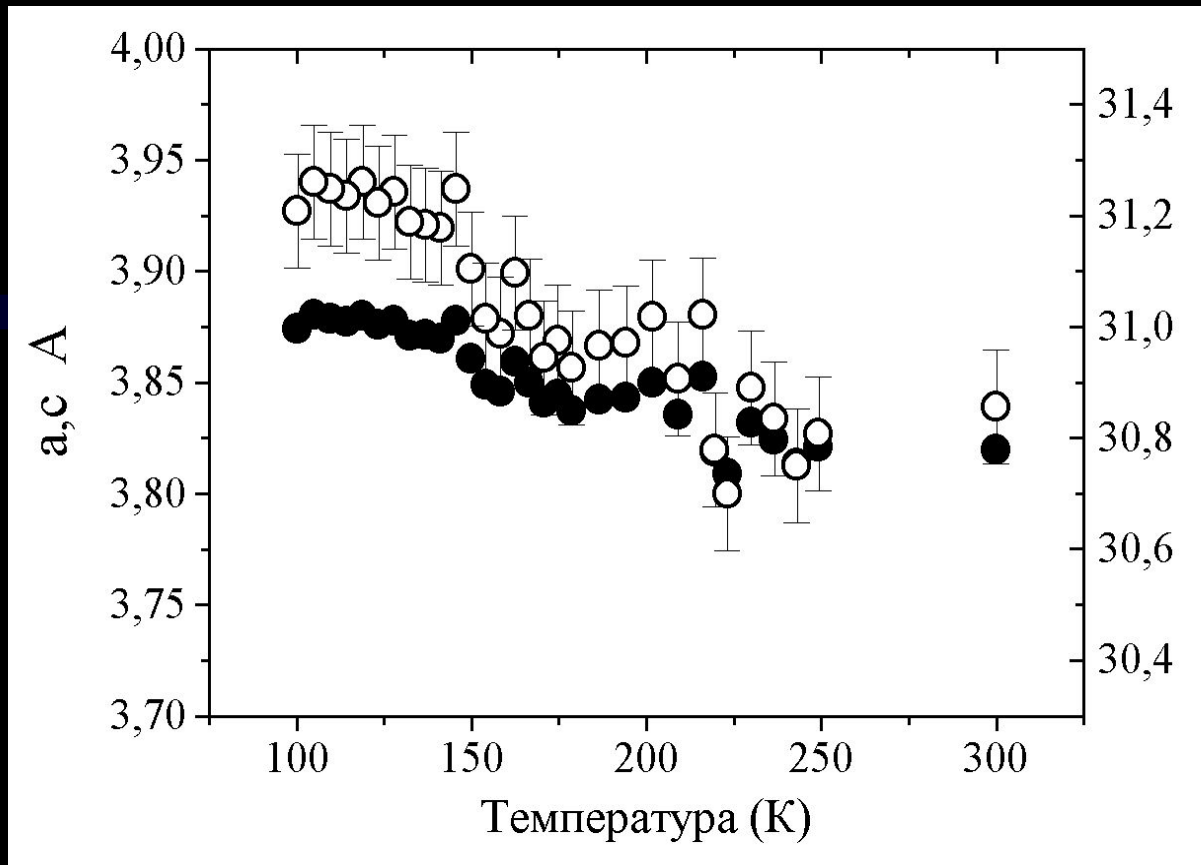
- РФС спектроскопия – исследование валентных состояний.



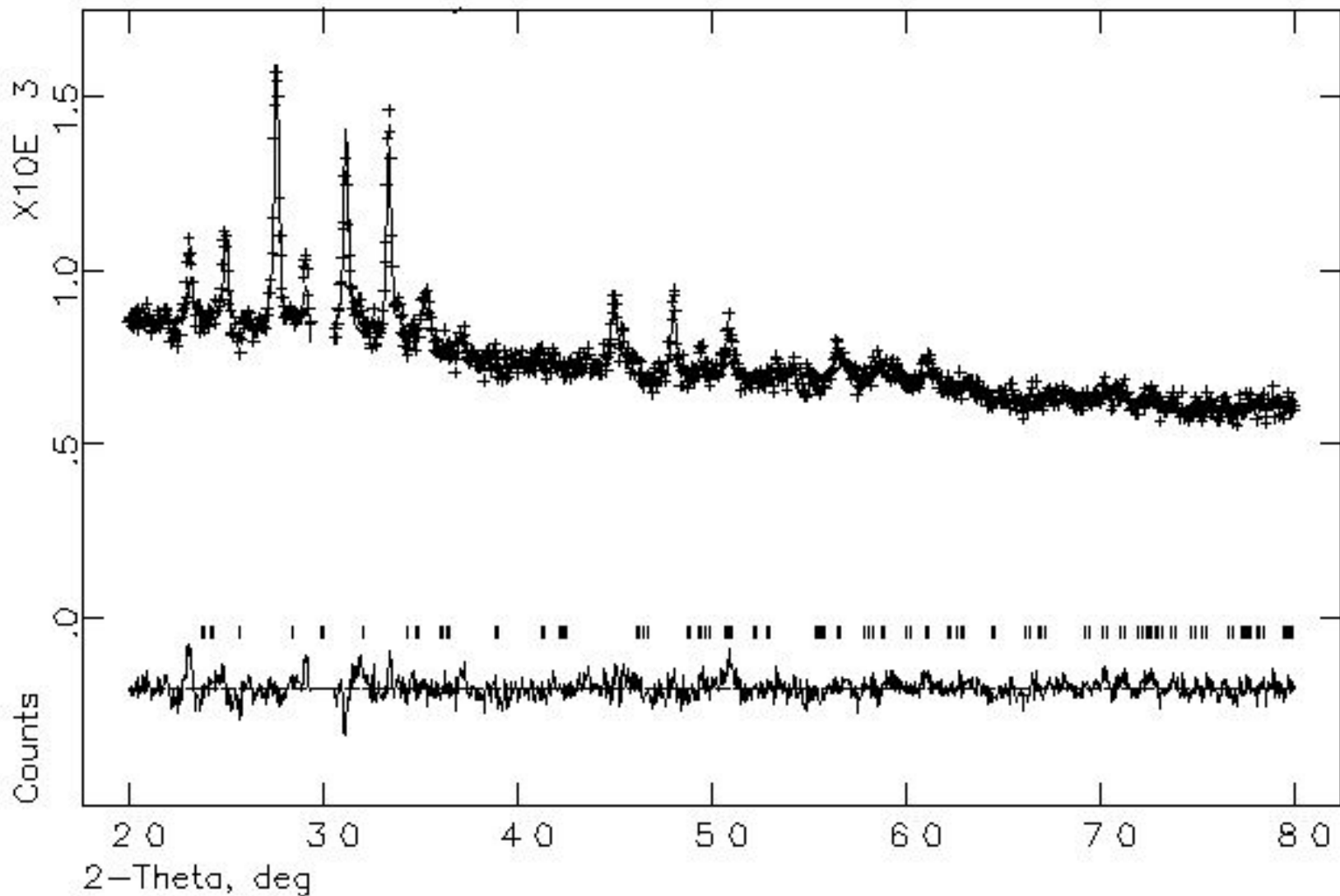
Схематическое изображение кристаллической структуры $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$. Красным показаны атомы кислорода, желтым – стронция, голубым – висмута, зеленым – кальция. Атомы меди располагаются в середине плоскости основания CuO_5 -пирамид. Блок BiO имеет структуру типа NaCl , а блок $\text{CuO}_5\text{-Ca-CuO}_5$ – структуру типа «перовскит».



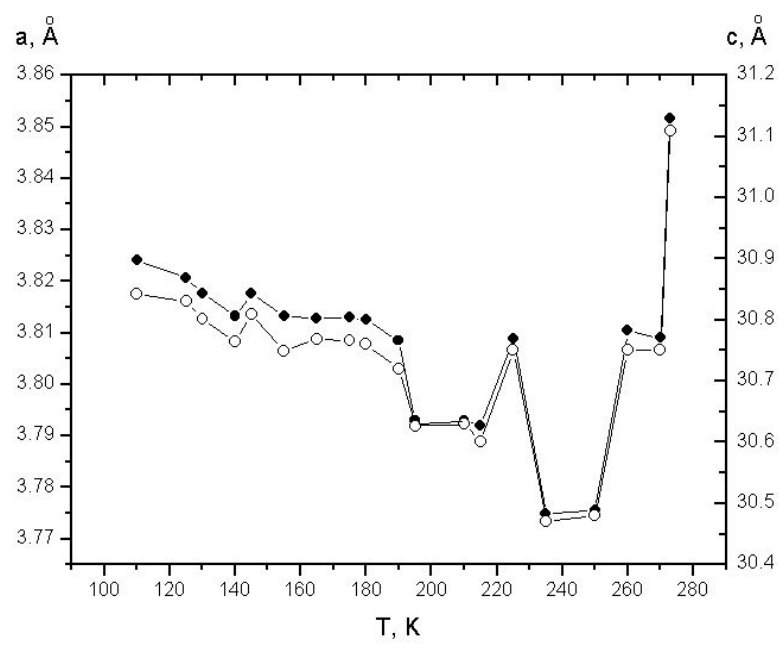
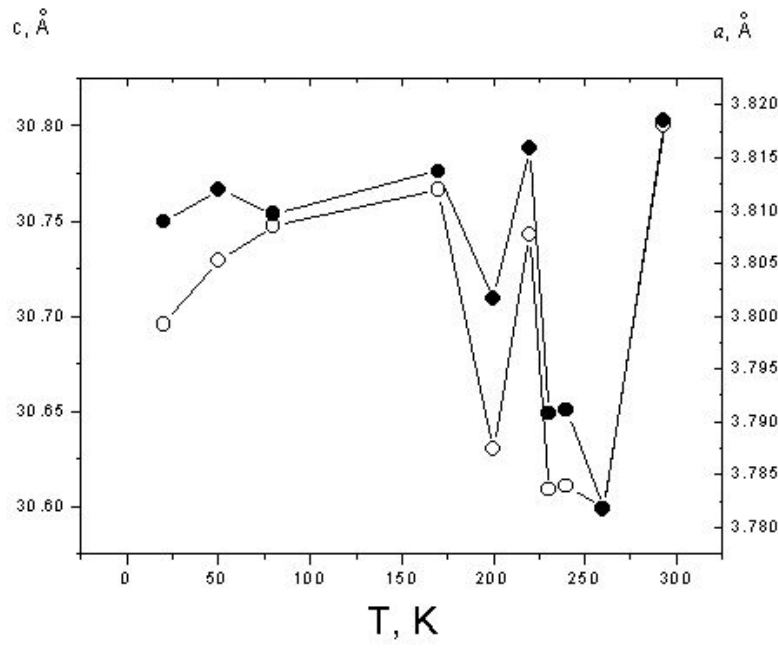
Зависимость температуры перехода в сверхпроводящее состояние от содержания кислорода



*Температурная зависимость параметров элементарной ячейки **a** (темные символы, левая ось) и **c** (светлые символы, правая ось)*



*Экспериментальная, расчетная и разностная рентгенограмма
Bi-2212 при температуре 225 К.
 $\chi^2 \sim 1.3$, $R_B \sim 23\%$, $R_p \sim 4\%$, $R_p \sim 3\%$.*

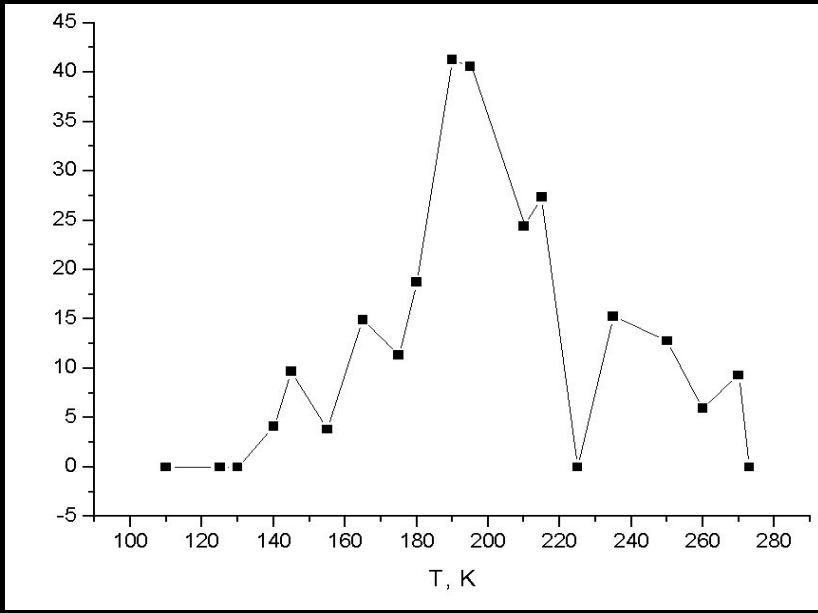
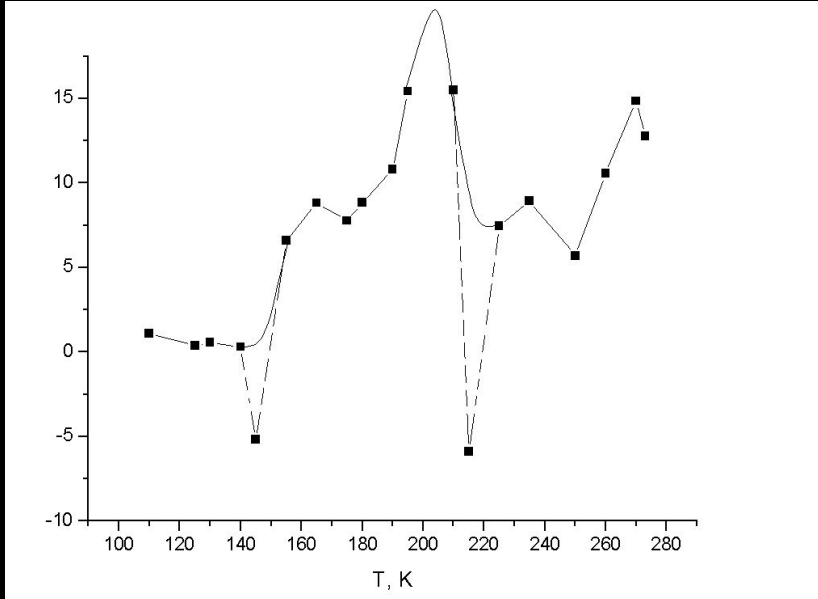


Температурная зависимость параметров элементарной ячейки, по данным нейтронографии (вверху) и рентгенографии (внизу). Черные символы – параметр a , белые – параметр c .

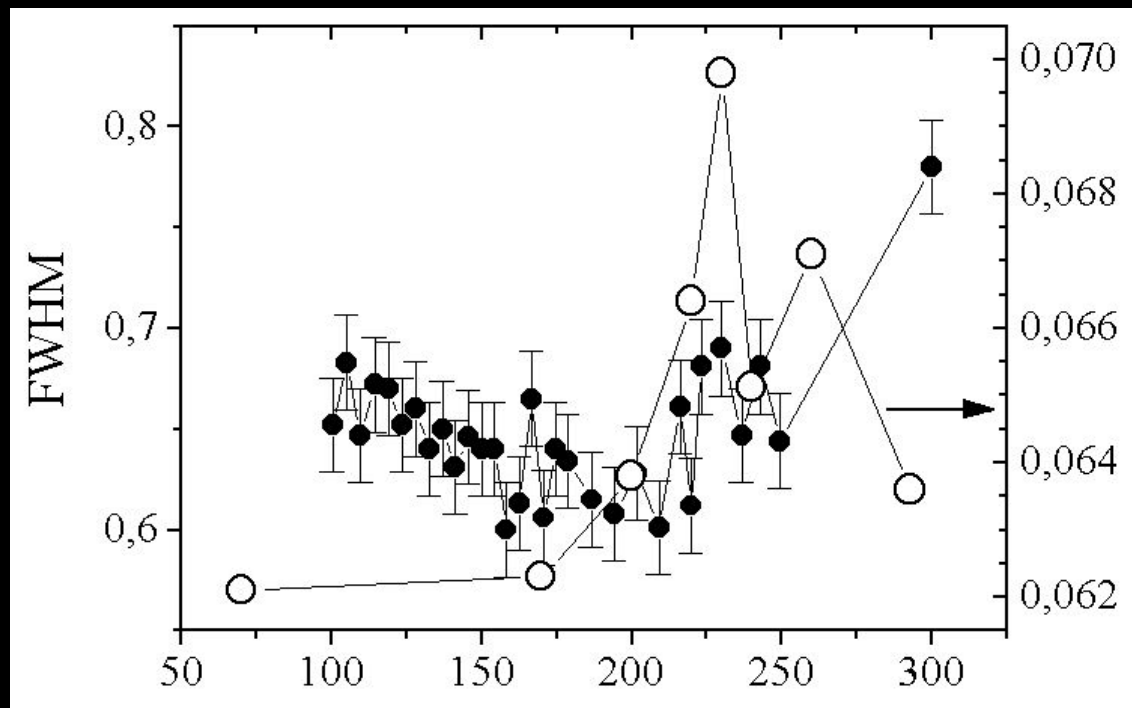
Асимметрия и лоренцевский вклад

Температурная зависимость асимметрии(вверху) и лоренцевского вклада в уширение рентгеновского рефлекса(внизу) (данные рентгенографии).

Вклад в уширение рентгеновских рефлексов благодаря напряжениями II рода описывается функциями Лоренца :

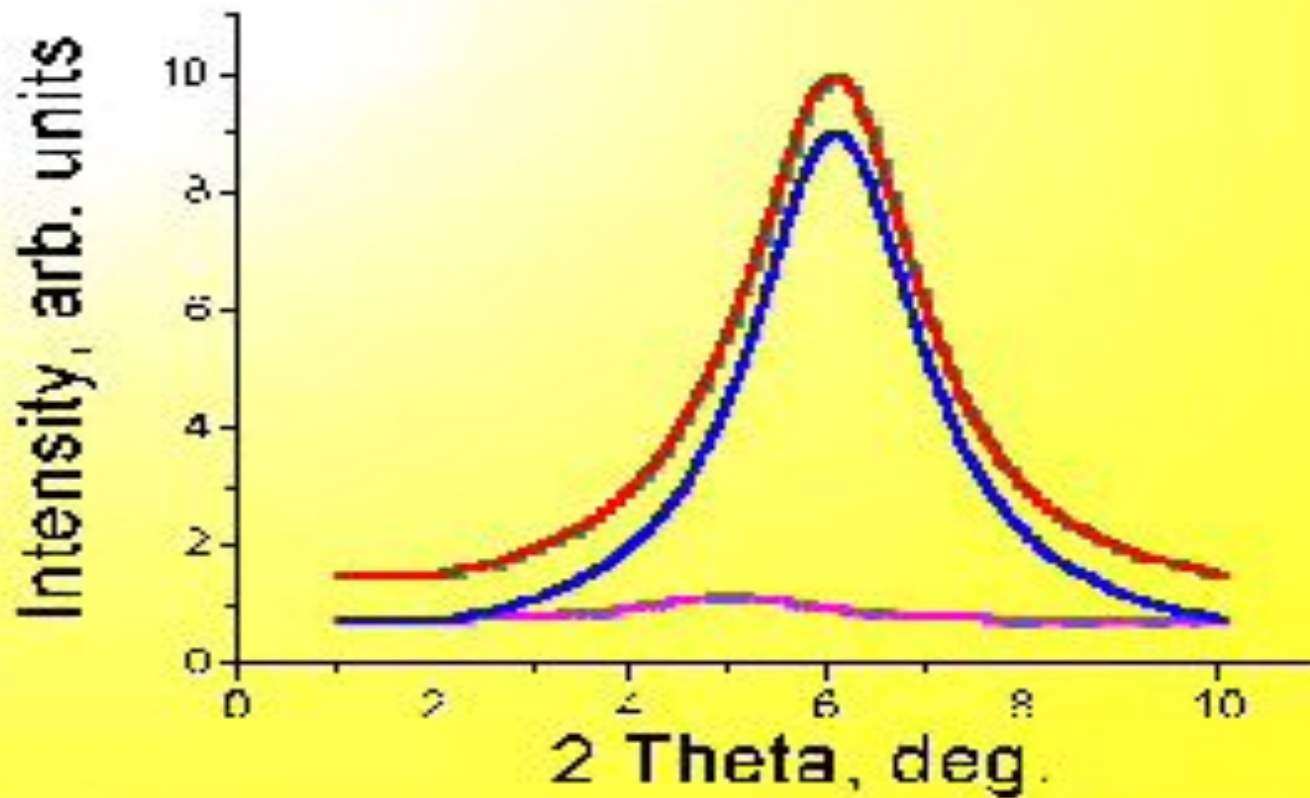


Температурная зависимость полуширины рефлексов

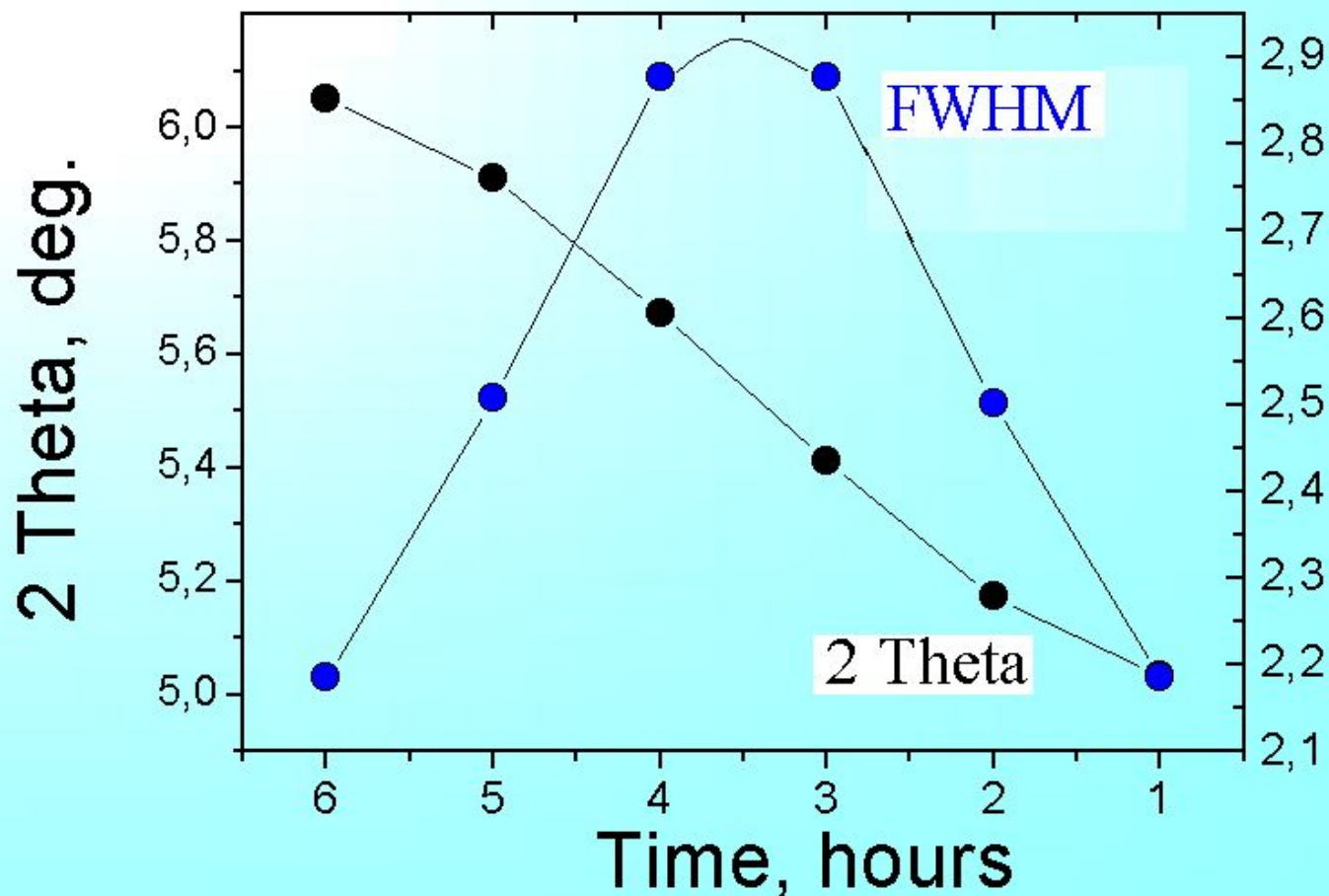


Полуширина рефлекса (FWHM) как функция температуры для $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$; данные рентгенографии (темные символы, $\Delta 2\theta$, град.) и нейтронографии (белые символы, Δd , нм).

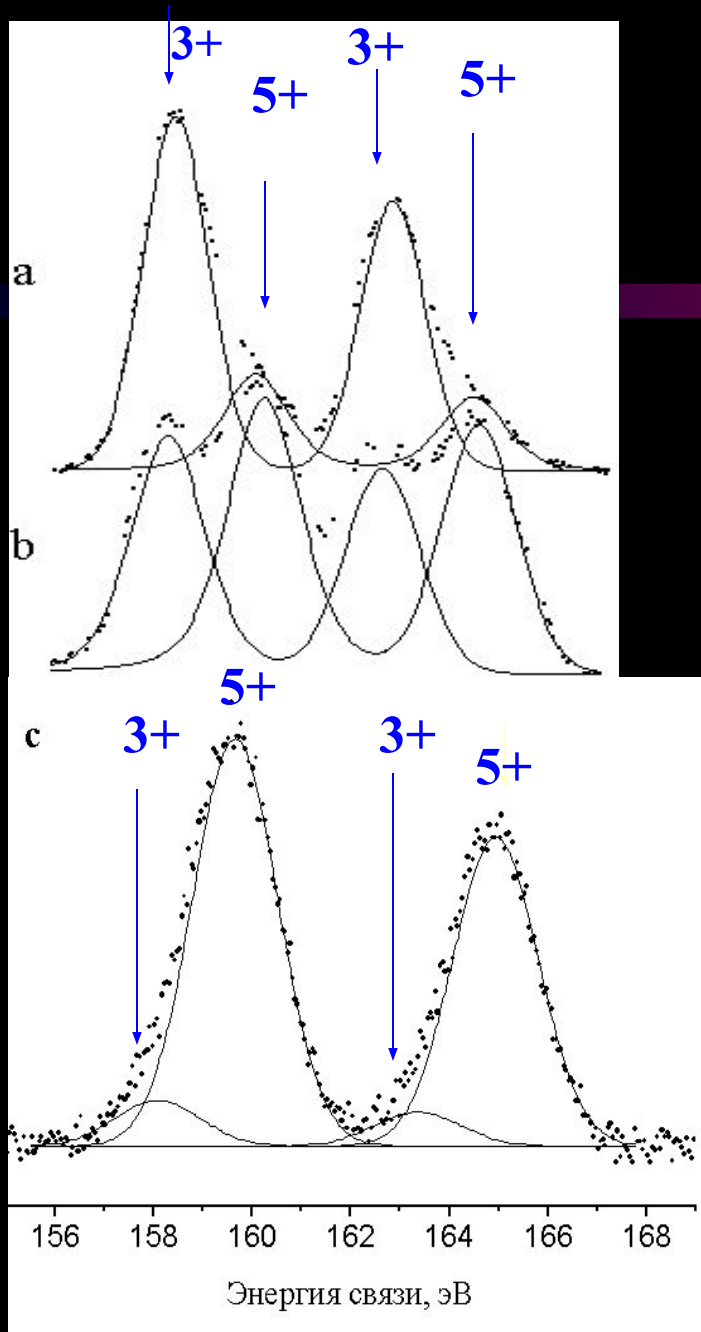
Моделирование фракций



Изменение положения результирующего рефлекса и его ширины (FWHM)



Содержание
кислорода



РФС спектры

$Bi\ 4f_{7/2}$

*$y=8,19$ (a) $y=8.11$ (b)
и $y=8.09$ (c).*

Более

высокоэнергетичный пик

соответствует

состоянию Bi^{5+} ,

низкоэнергетичный –

состоянию Bi^{3+} .

Зависимость температуры перехода в сверхпроводящее состояние образцов при замещении Bi на Pb

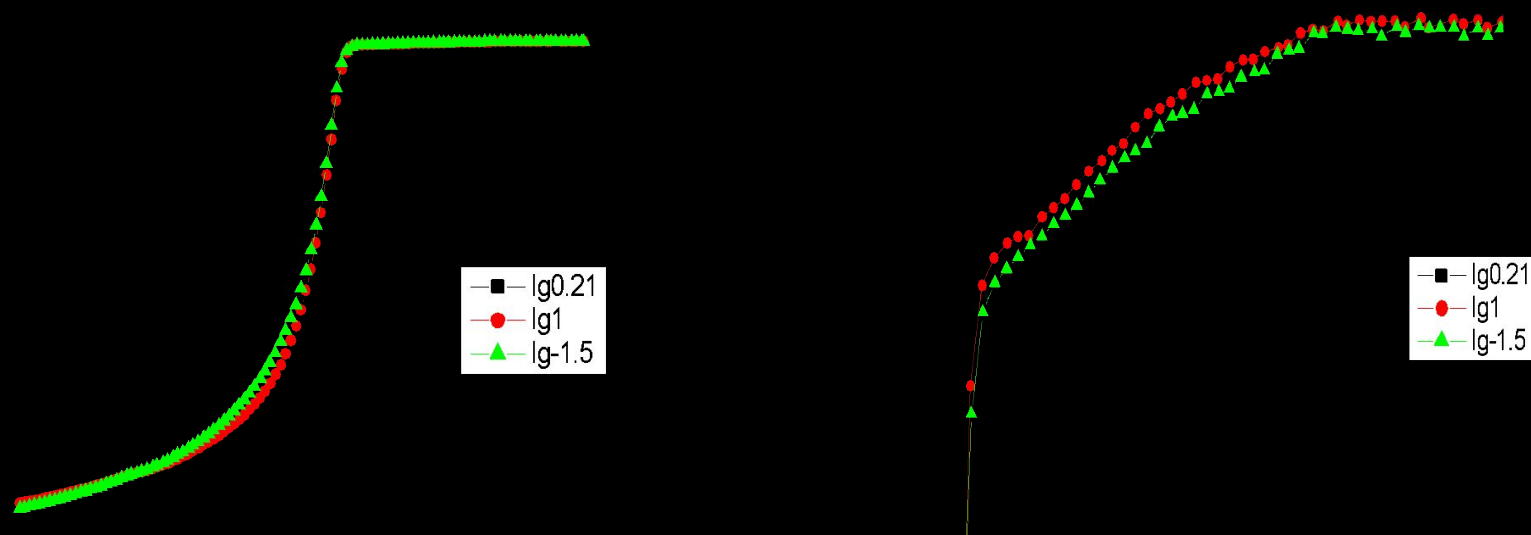


Рис.1. Температурная зависимость действительной компоненты АС-восприимчивости для $(\text{Bi Pb})_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ ($f = 79 \text{ Hz}$, $H_{\sim} = 9 \text{ Oe}$), отожженного при $\lg P(\text{o}_2) = 0.21; 1; -1.5$. $T_c \approx 104^\circ\text{K}$

Выводы

- 1. На основе данных низкотемпературной рентгенографии и нейтронографии подтверждено наличие **отрицательного коэффициента температурного расширения α** для Bi-2212 . Показано, что для образца с оптимальным содержанием кислорода (т.е. максимальной температурной перехода в сверхпроводящее состояние) модуль α достигает наибольшей величины.
- 2. На основе полнопрофильного анализа сделано предположение о **неоднородном состоянии материала в диапазоне 160-260 К как причине** отрицательного коэффициента теплового расширения.
- 3. На основе РФС спектроскопии установлено, что **основной вклад** в увеличение концентрации дырочных носителей заряда дает не изменение содержания кислорода, а **изменение валентности висмута $\text{Bi}^{3+} \rightarrow \text{Bi}^{5+}$** . Возможно, внедрение кислорода в решетку «запускает механизм» изменения валентности висмута.