

# Исследование магнитной спинодальной фазы в сплаве ЮНДКТ5БА методом малоуглового рассеяния поляризованных нейтронов

*А.В. Ковалев. В. В. Рунов. М.К. Рунова*

*ФГБУ «ПИАФ» НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия*

В исходном состоянии в образцах имеется периодическое распределение двух кристаллических фаз с разной концентрацией атомов сплава ЮНДК5БА.

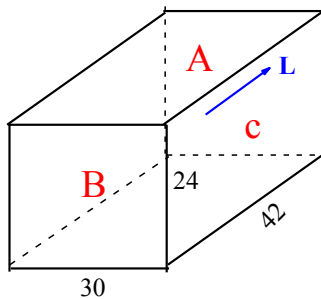
На таких образцах наблюдаются 3 типа интерференции нейтронных волн:

1. Ядерно-магнитная интерференция на отдельных атомах.
2. Дифракция на периодической структуре.
3. Интерференция падающих и рассеянных волн в области расходимости прямого пучка.

Результаты первых исследований в этом направлении приведены в статье:

[А.В. Ковалев, О.П. Смирнов, ФТТ, 55, 1, 81 \(2013\).](#)

Исходные заготовки, из которых вырезались пластинки  
толщиной 1 – 2 мм.



Картинка микроструктуры сплава ЮНДК35Т5БА,  
полученная в электронном микроскопе, приведена в  
книге: Лифшиц Б.Г. и др. «Физические свойства  
металлов и сплавов». 1980, с. 132.

Наши результаты соответствуют светлым и темным  
полосам вдоль направления легкой оси  
намагничивания **L**.

Исходные заготовки, из которых вырезались пластинки толщиной 1 – 2 мм.

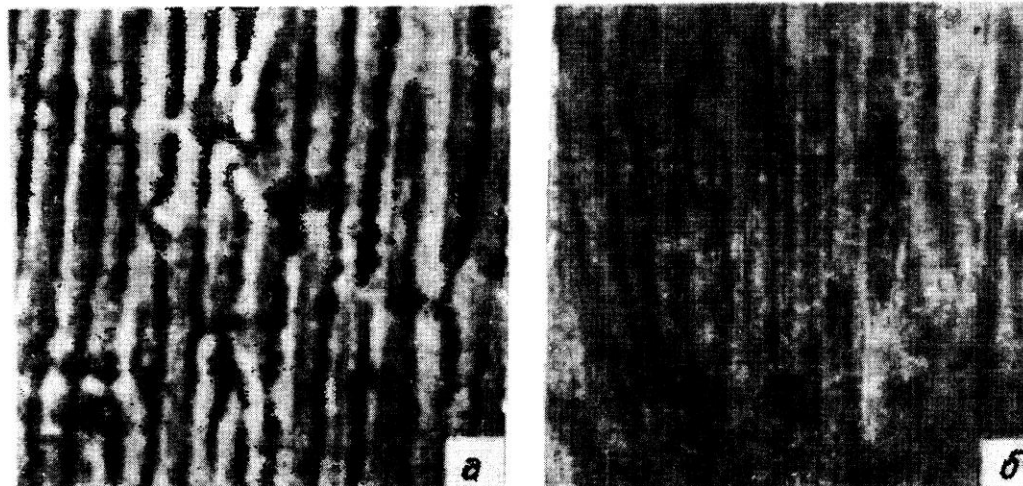
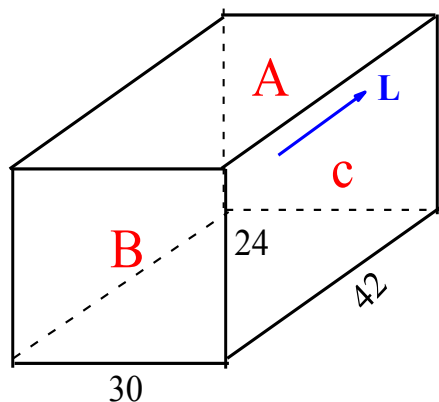
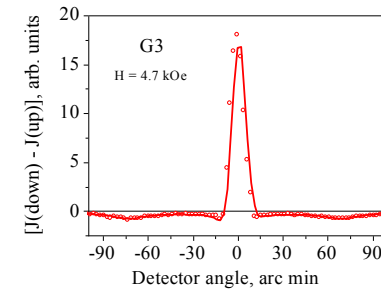
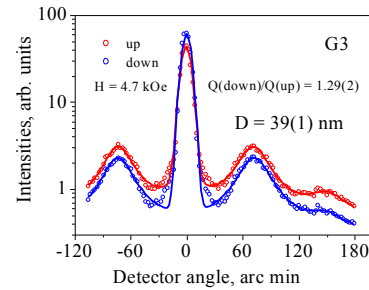
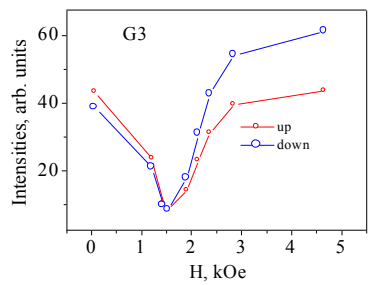


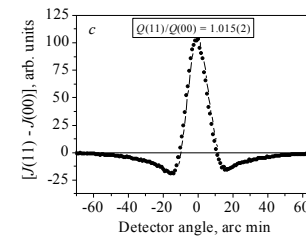
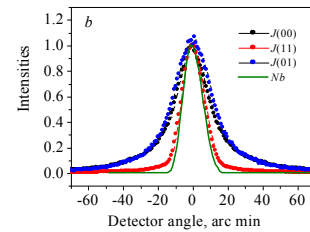
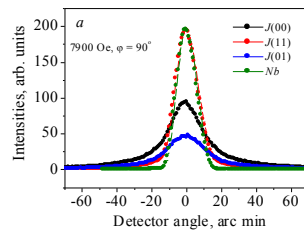
Рис. 97. Микроструктура сплава ЮНДК35Т5БА после термической обработки при увеличении 60 000 раз (а) и его макроструктура с направленной кристаллизацией (б)

(Лифшиц Б.Г. и др. «Физические свойства металлов и сплавов». 1980, с. 132.)

## Перемагничивание образца. $\mathbf{H}$ вдоль оси текстуры.

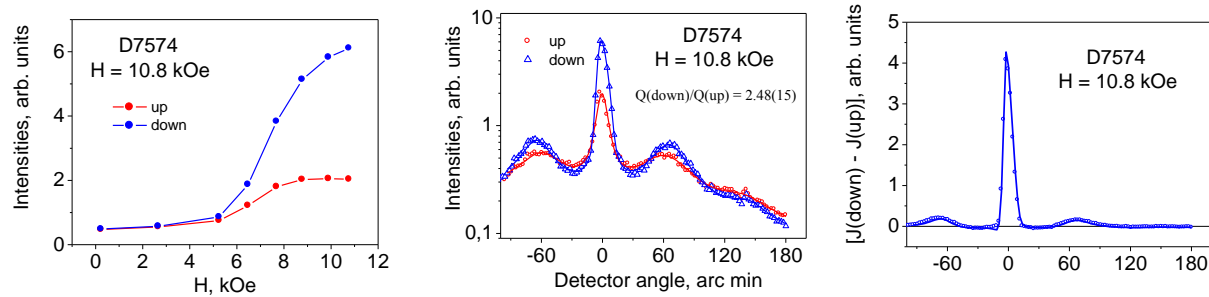


Символы **up** и **down** – направления поляризации нейтронного пучка:  $\mathbf{P} \parallel \mathbf{H}$  и  $\mathbf{P} \perp \mathbf{H}$ , для которых амплитуды упругого рассеяния равны:  $f_{\text{up}} = (a_n + p_m)$  и  $f_{\text{down}} = (a_n - p_m)$ .



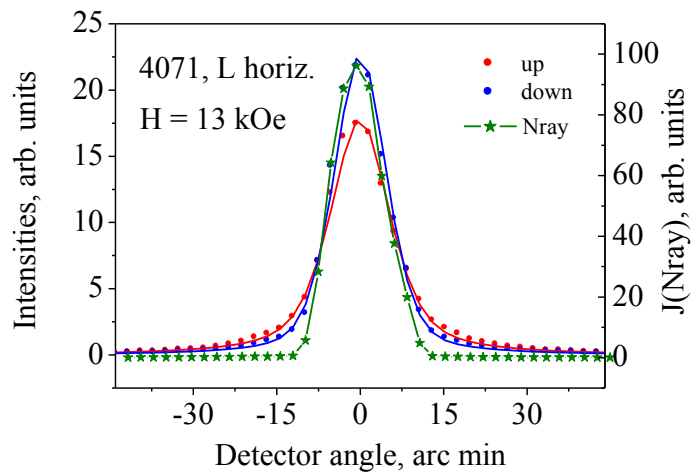
Пример сильного отличия амплитуд  $(a_n + b_m)$  и  $(a_n - b_m)$

## Н ортогональна оси текстуры

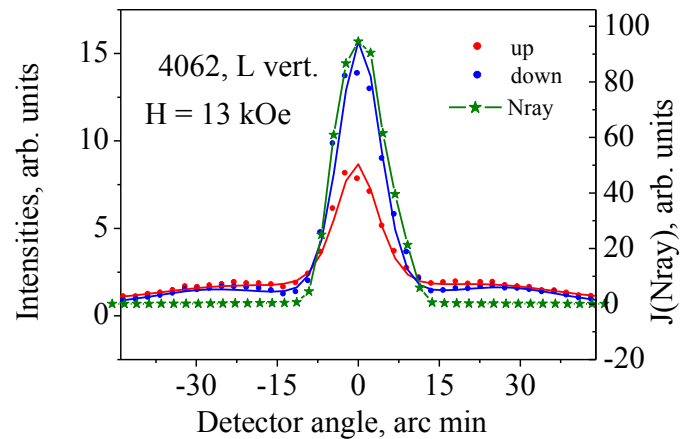


“Part of the neutron wave scattered within the range of the divergence of the direct beam interferes with that part of the wave which passes through the sample with no interaction. Interference reduces the intensity in the forward direction by exactly an amount equal to the intensity scattered into the total solid angle. For a magnetized sample this scattering can be more efficient for one spin component than for the other, **and thus affect the depolarization.**” (B.P. Toperverg. “Optical theorem, depolarization and vector tomography”. Physica **B** 335 (2003) 174-182.)

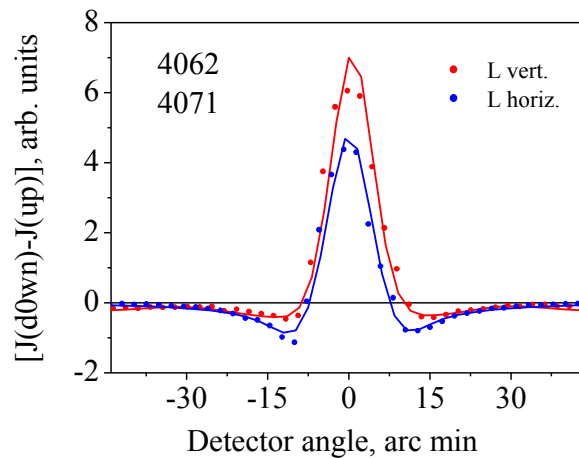
# Образец отожден при 800°C



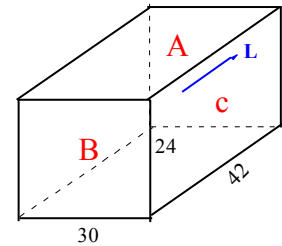
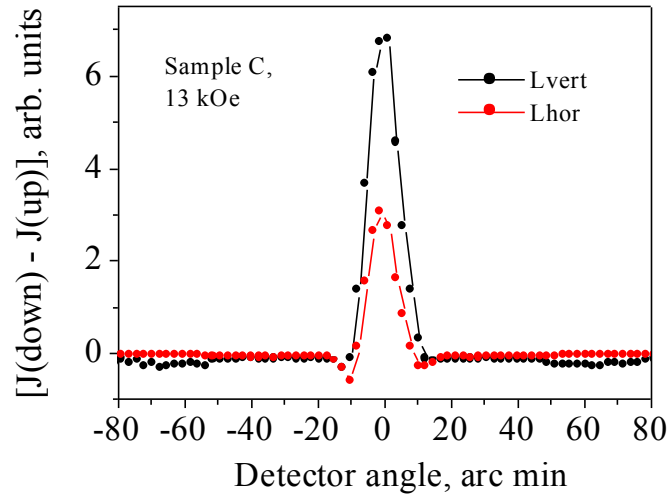
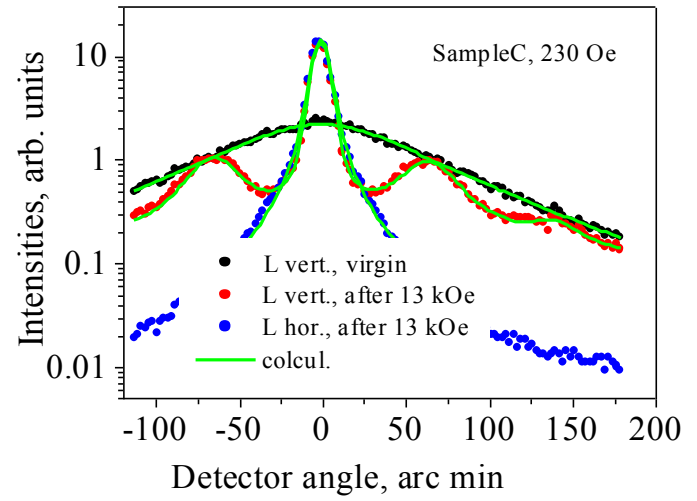
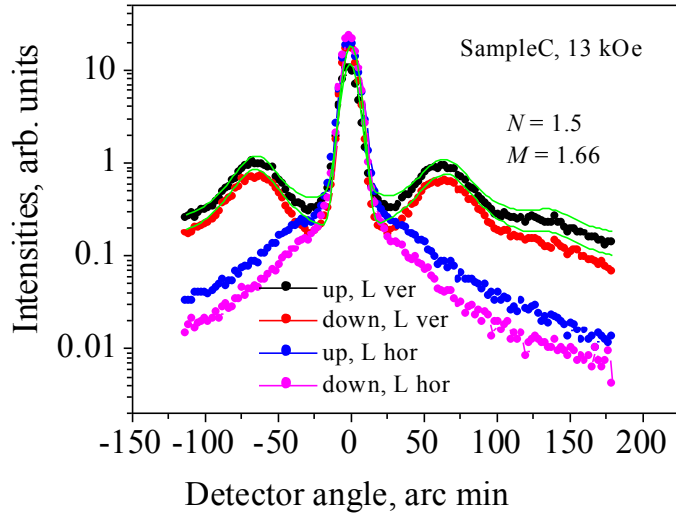
Q(up) = 137.4(4), W = 12.79(6), L = 0.69(1)  
Q(down) = 140.7(4), W = 11.26(4), L = 0.47(1)



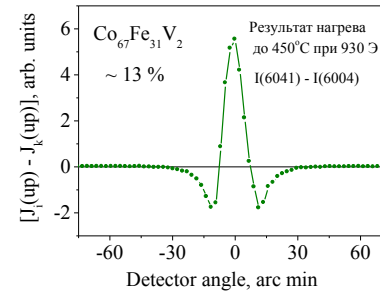
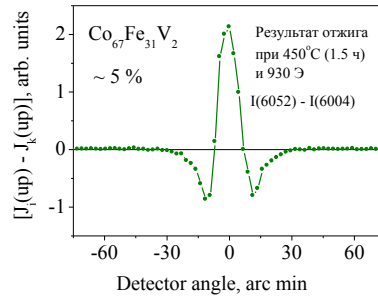
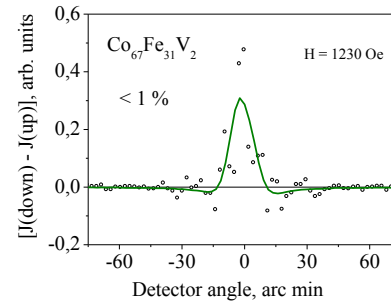
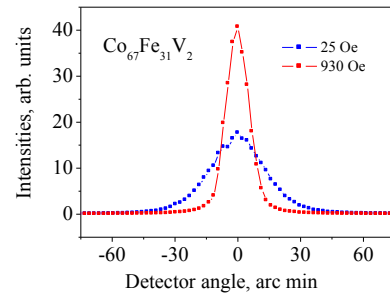
Q(up) = 40.7(4), W = 9.64(6), L = 0.55(1)  
Q(down) = 72.8(4), W = 9.36(4), L = 0.32(1)



# Грань С, 2 пластинки. $L \parallel H$ и $L \perp H$ .



## Пример использования метода вычитания





## Выводы

1. По-видимому, впервые выполнены детальные исследования условий обнаружения интерференции нейтронных волн в области расходимости первичного пучка.
2. В центральных пиках малоуглового рассеяния поляризованных нейтронов содержится уникальная информация о магнитной наноструктуре образцов.
3. Показаны возможности изучения процессов намагничивания и перемагничивания образцов.
4. Особый интерес представляет методика определения оптимальных режимов термомагнитной обработки, которая используется при изготовлении постоянных магнитов.
5. Очевидной кажется задача обнаружения интерференции нейтронных волн в области расходимости первичного пучка для немагнитных материалов.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**