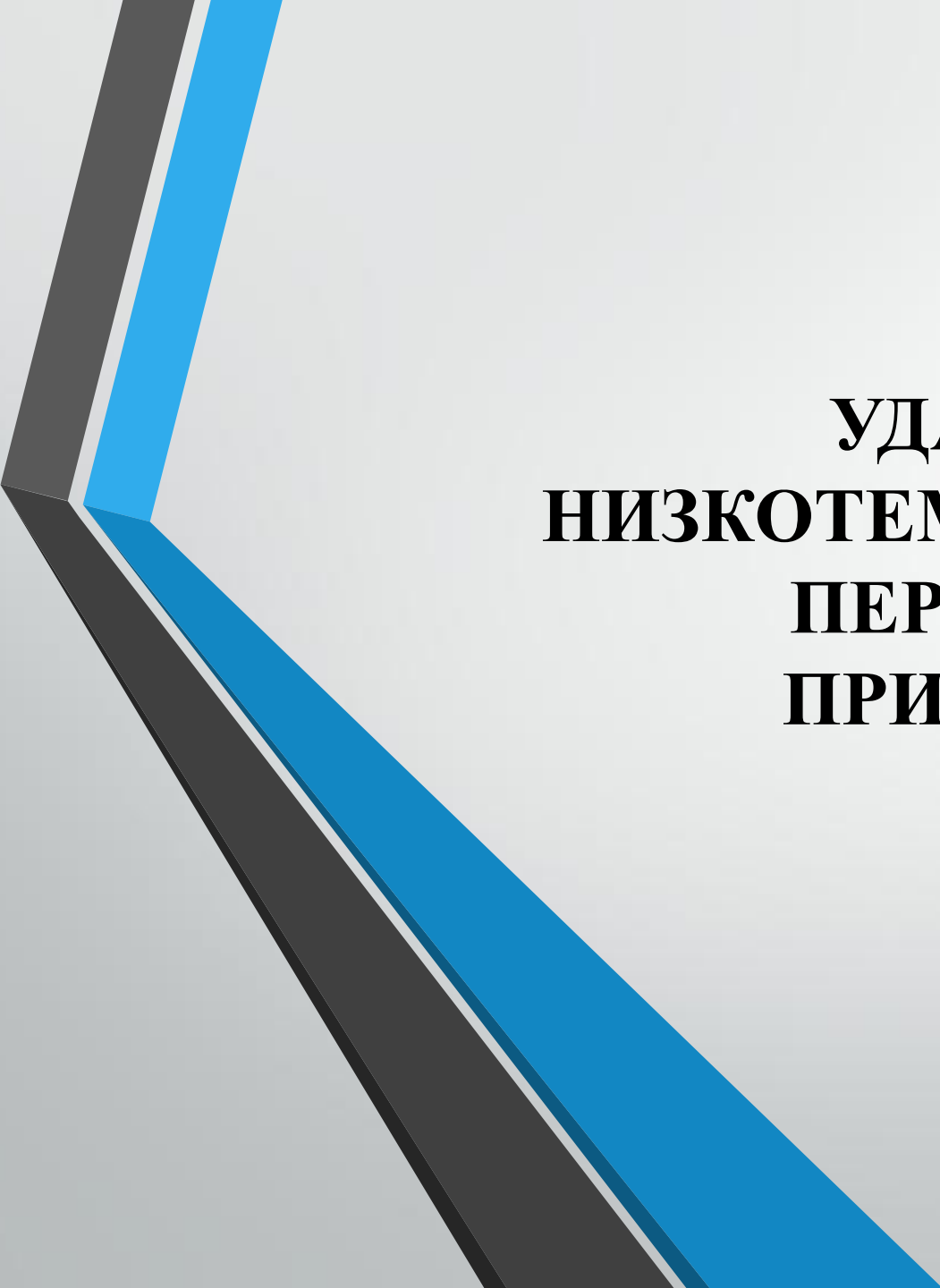




СВИДЕТЕЛЬСТВА УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ПРИРОДЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТОМОВ ПРИ ИОННОЙ БОМБАРДИРОВКЕ

Е.В. Макаров, В.В. Овчинников,
Ф.Ф. Махинько, В.А. Семенкин

Институт электрофизики УрО РАН
Лаборатория пучковых воздействий

Цель работы:

Изучение изменения параметра ближнего порядка холоднодеформированного сплава Fe-6,25 ат. % Mn в ходе кратковременного воздействия ионами Ar^+ при температуре, не превышающей порога инициирования диффузионных процессов, а также после термического воздействия в тех же температурных интервалах.

Объект исследования

Сплав: Fe-6,25 ат. % Mn

Плавнение и отливка

Прокатка при 900 °С до 500 мкм

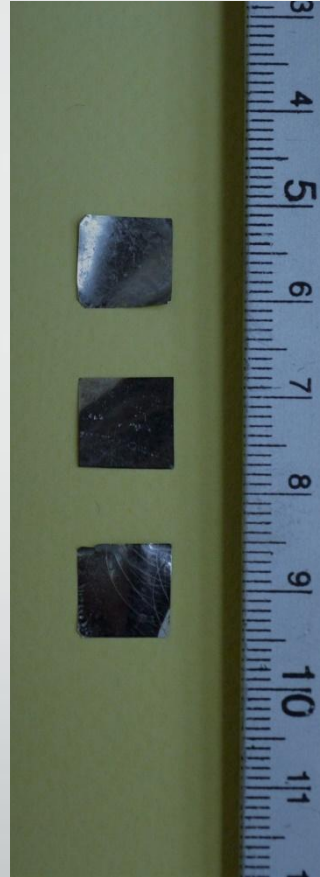
Холодная прокатка до 100 мкм

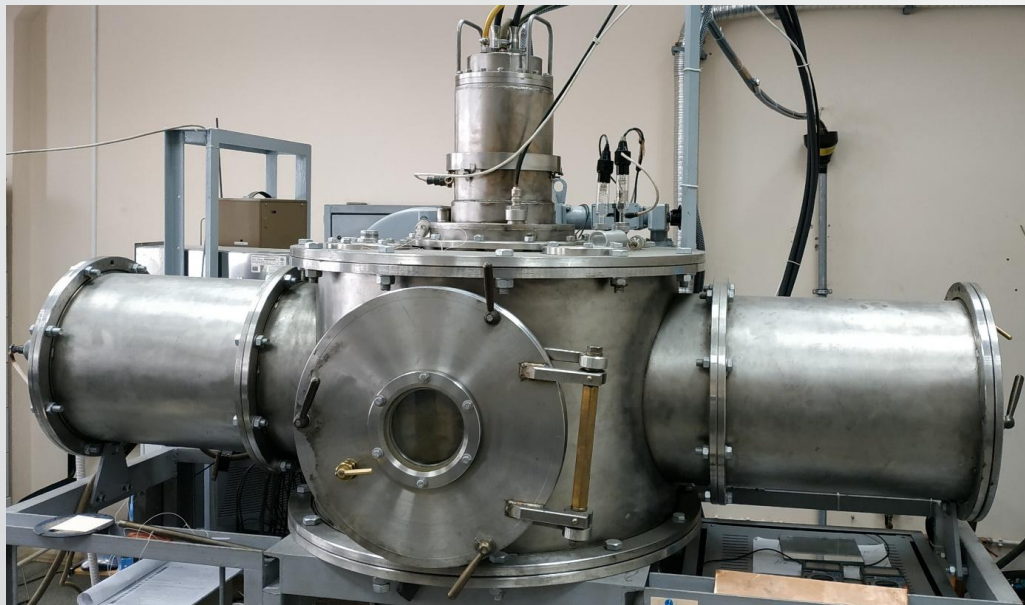
(исходное холоднодеформированное состояние)

Подготовка образцов:

Удаление загрязнений электролитическим методом

Доведение до нужной для Мессбауэра толщины 25 мкм на притирах





Вакуумная установка «ИЛМ-1»
для ионно-лучевой обработки с
источником «Пульсар-1М»

Параметры имплантера:

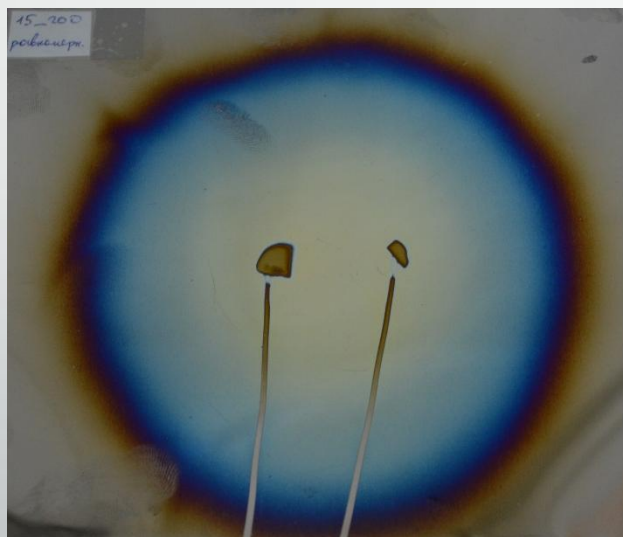
$$j = 50 - 250 \text{ мкА/см}^2$$

$$E = 5 - 40 \text{ кэВ}$$

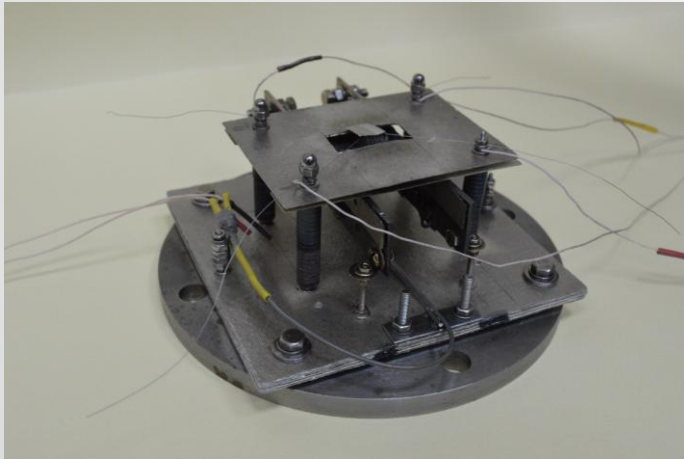
Выбранный режим:

$$j = 200 \text{ мкА/см}^2$$

$$E = 15 \text{ кэВ}$$

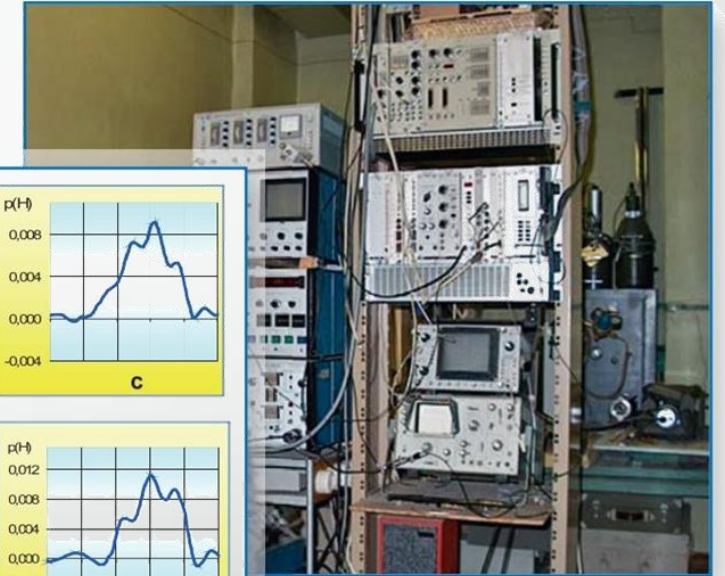
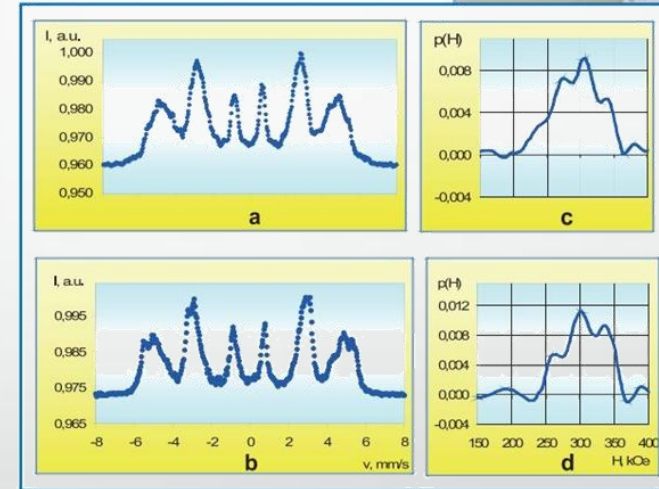


Термическое воздействие



Нагреватель с нихромовыми
спиралями мощностью 500 Вт

Мессбауэровская спектроскопия

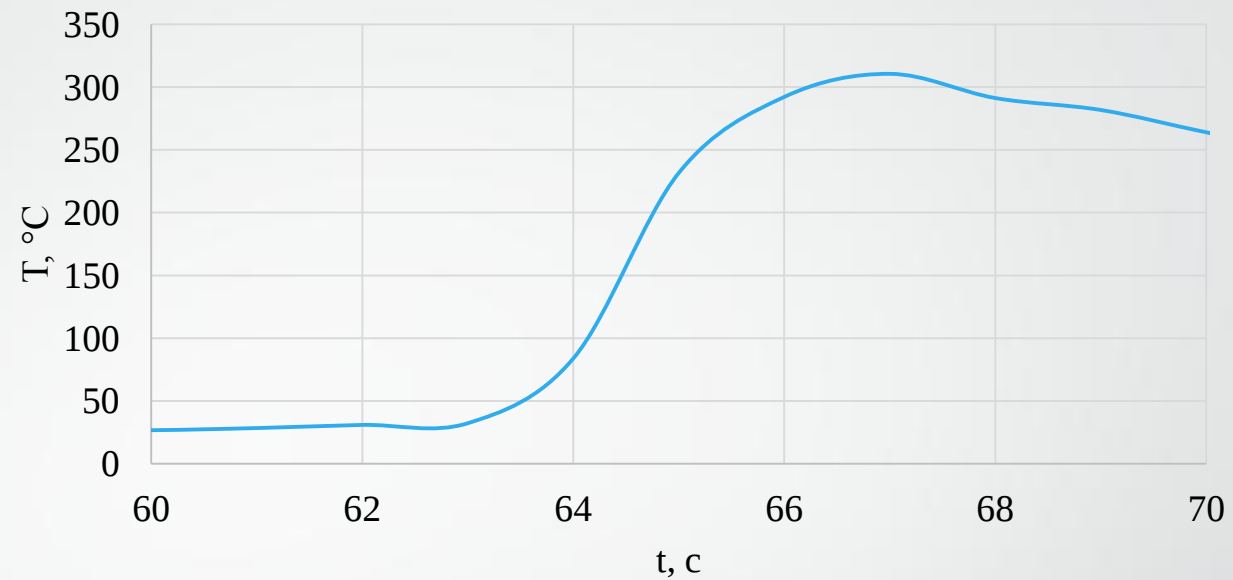


Прецизионный Мессбауэровский
спектрометр СМ-2201

Ионно-лучевое воздействие

Скорость нагрева: $56\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$

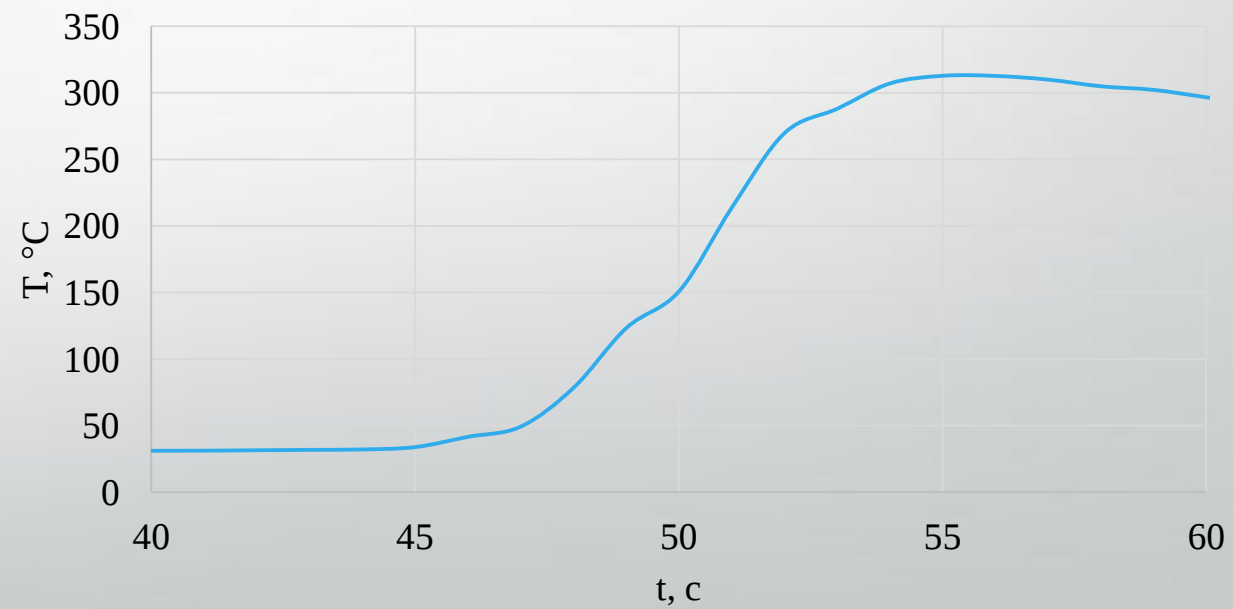
$T_{\text{max}} = 311\text{ }^{\circ}\text{C}$



Термическое воздействие

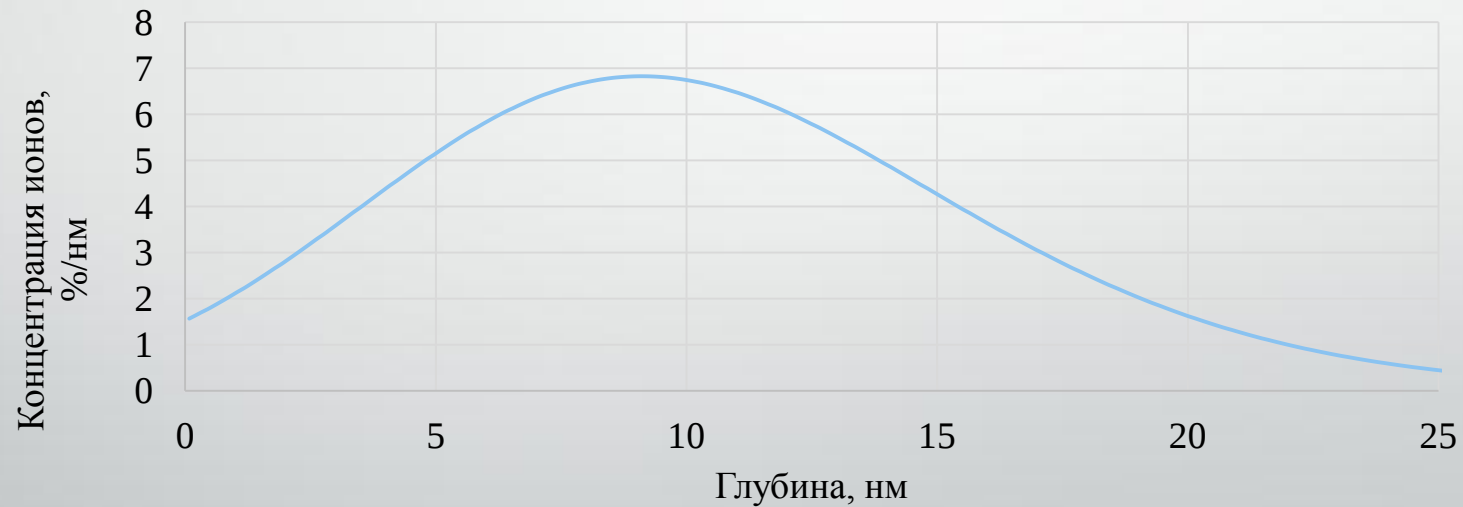
Скорость нагрева: $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$

$T_{\text{max}} = 313\text{ }^{\circ}\text{C}$



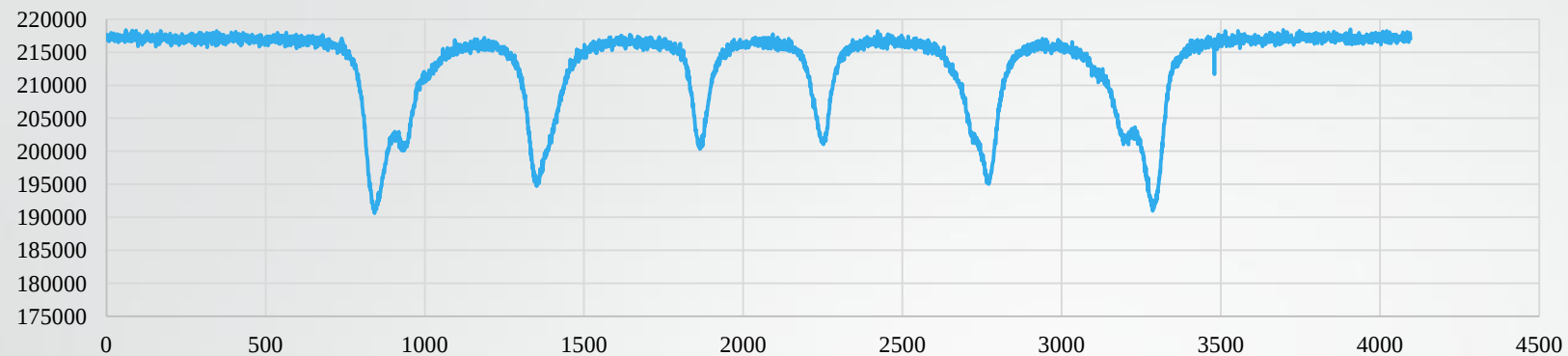
Параметры пространственного распределения ионов Ar^+ в сплаве
Fe-6,25 ат. % Mn в зависимости от энергии ионов

Энергия ионов, кэВ	Электронные потери $(dE/dx)_e$, эВ/Å	Ядерные потери $(dE/dx)_n$, эВ/Å	Проективный пробег, нм	Продольный разброс, нм	Поперечный разброс, нм
5	13,5	94,4	3,7	2,5	1,8
10	18,7	108,9	6,1	3,9	2,8
15	22,7	115,4	8,3	5,1	3,7

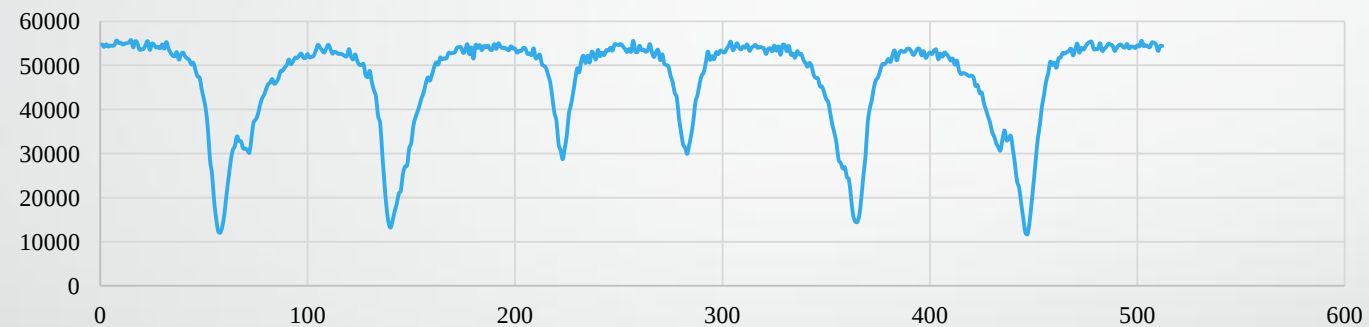


$E = 5$ кэВ

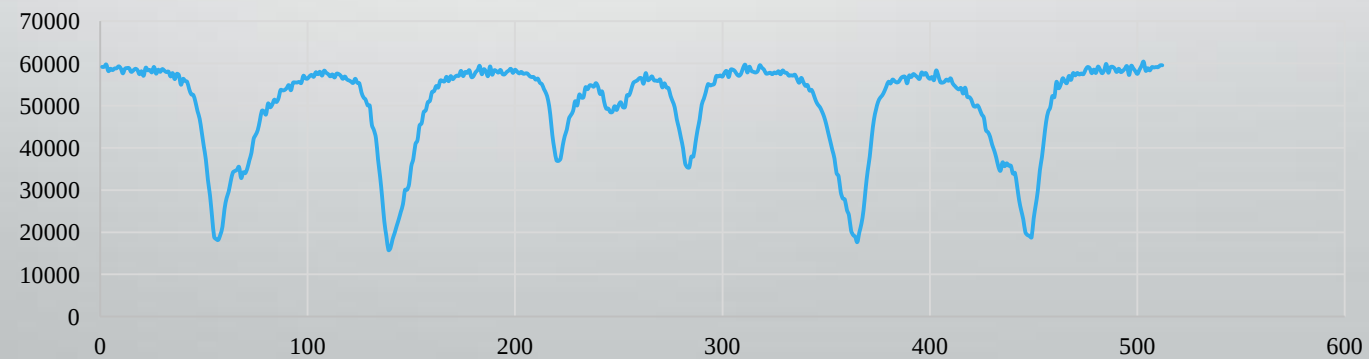
Исходное состояние



После термического воздействия



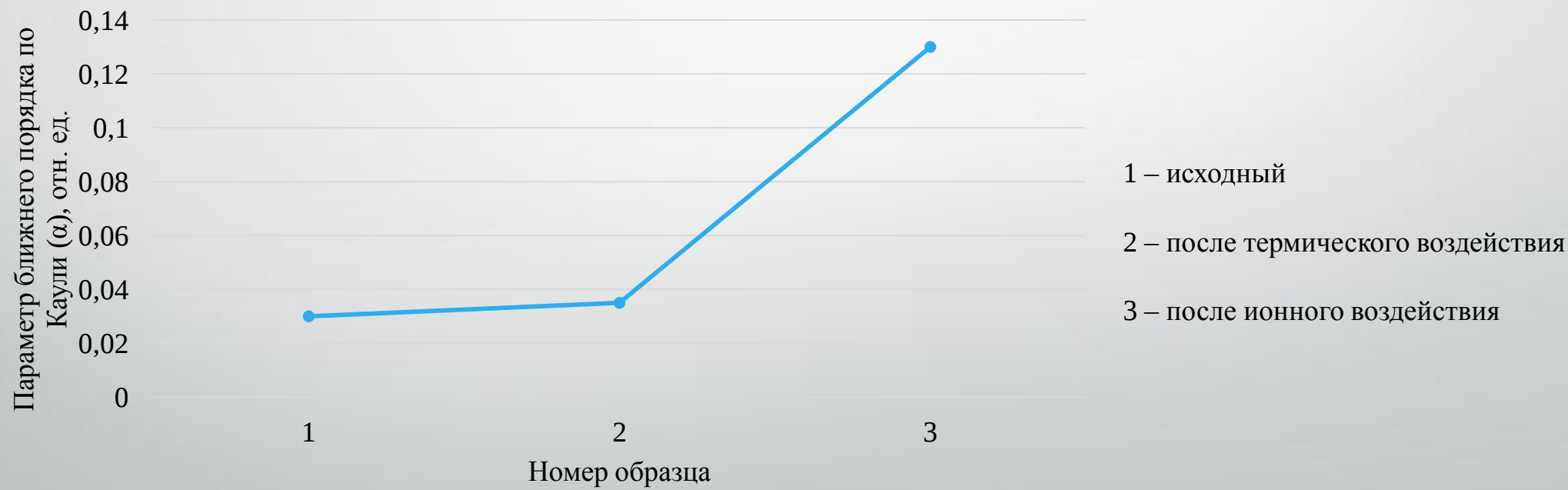
После воздействия ионами Ar^+



Расчет параметра ближнего порядка по Каули

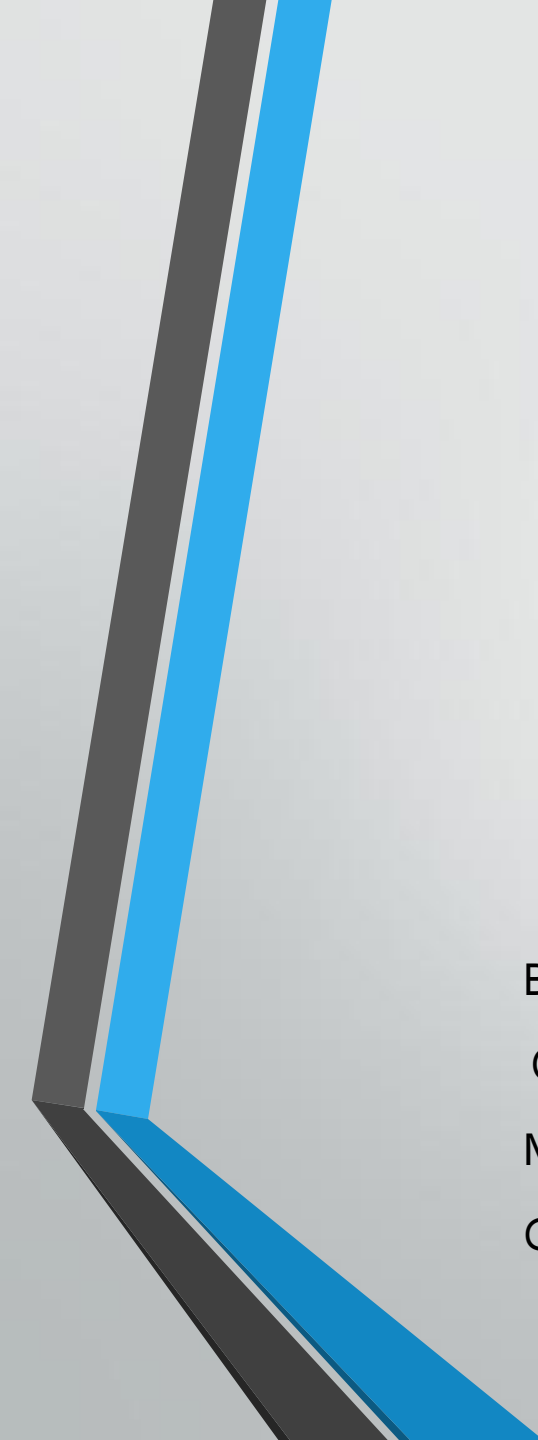
$$\overline{H} = H_{Fe}(1 + kc) \left[1 + c \sum_{i=1}^N Z_i h_i (1 - \alpha) \right],$$
$$\alpha = 1 - \frac{\frac{\overline{H}}{H_{Fe}} \cdot \frac{1}{1 + kc} - 1}{c \sum_{i=1}^N Z_i h_i}.$$

Параметр ближнего порядка (α)



Выводы

- Установлено, что под воздействием облучения ионами Ar^+ с энергией 15 кэВ за достаточно короткое время ~ 10 с увеличивается параметр ближнего порядка по сравнению с исходным состоянием. В то же время при аналогичном нагреве образцов термически изменение ближнего порядка незначительно.
- Наблюдаемые эффекты дального действия в условиях низкого флюенса (10^{16} ион/см²) ионов связываются не с термостимулированными или радиационно-усиленными процессами, а с радиационно-динамическими эффектами за счет «радиационной тряски» метастабильной среды послекаскадными уединенными волнами.



Спасибо за внимание!

Выражаю особую благодарность сотрудникам ЛПВ:

Овчинникову Владимиру Владимировичу,

Махинько Федору Федоровичу,

Семенкину Владимиру Алексеевичу.