

Рентгенофлуоресцентный микроскоп-микронзонд

РАМ-30 μ



Исследование следов выстрела

РАМ 30- μ - предназначен для исследования объектов методами оптической микроскопии, рентгенографии и локального рентгенофлуоресцентного элементного микроанализа с возможностью элементного картирования. С помощью микроскопа может быть проведено сканирование образца размером до 400 мм по оси Y и неограниченного размера по оси X (максимальный размер сканируемой области 150×150 мм; в случае большей области возможно объединение отсканированных областей в одно изображение) и высотой до 105 мм. Для точного определения области сканирования используют обзорную видеокамеру и два оптических микроскопа с увеличением до 200 крат. Центральный оптический микроскоп с автоматизированной настройкой резкости совмещен с осью микронзонда (с осью рентгеновского пучка). Локальный рентгенофлуоресцентный микроанализ с возможностью элементного картирования и исследования методом рентгенографии возможно проводить как отдельно, так и одновременно. Точность позиционирования объекта исследования 10 мкм. Минимальный диаметр рентгеновского зонда 30 мкм. Диапазон одновременно измеряемых элементов от ^{11}Na до ^{92}U .

Для исследования была предоставлена мишень из тира, по которой стреляли из огнестрельного оружия (рис. 1). Был выбран небольшой кусок мишени со следом от выстрела (рис. 2). На обратной стороне мишени в месте выстрела был приклеен бумажный скотч.

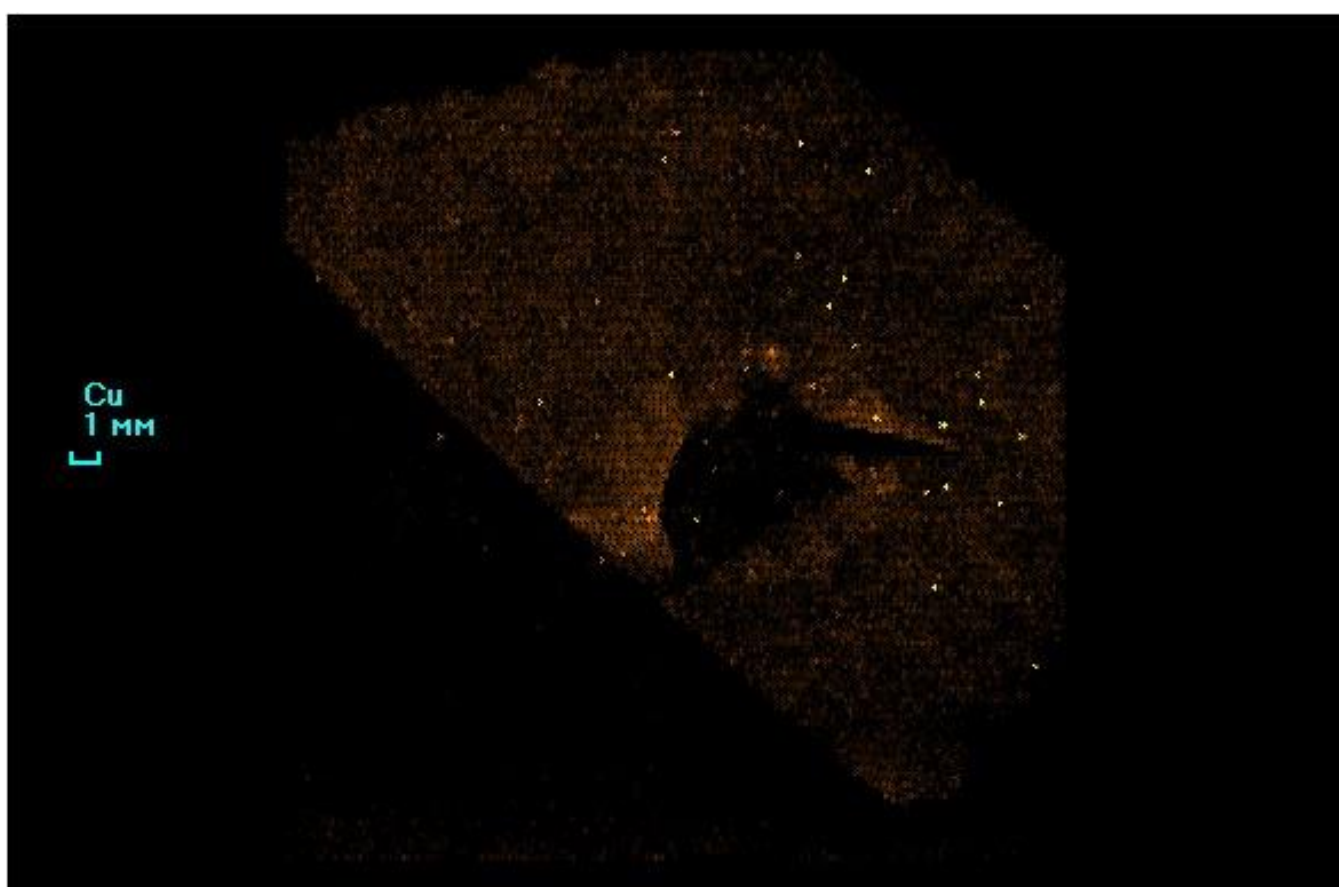
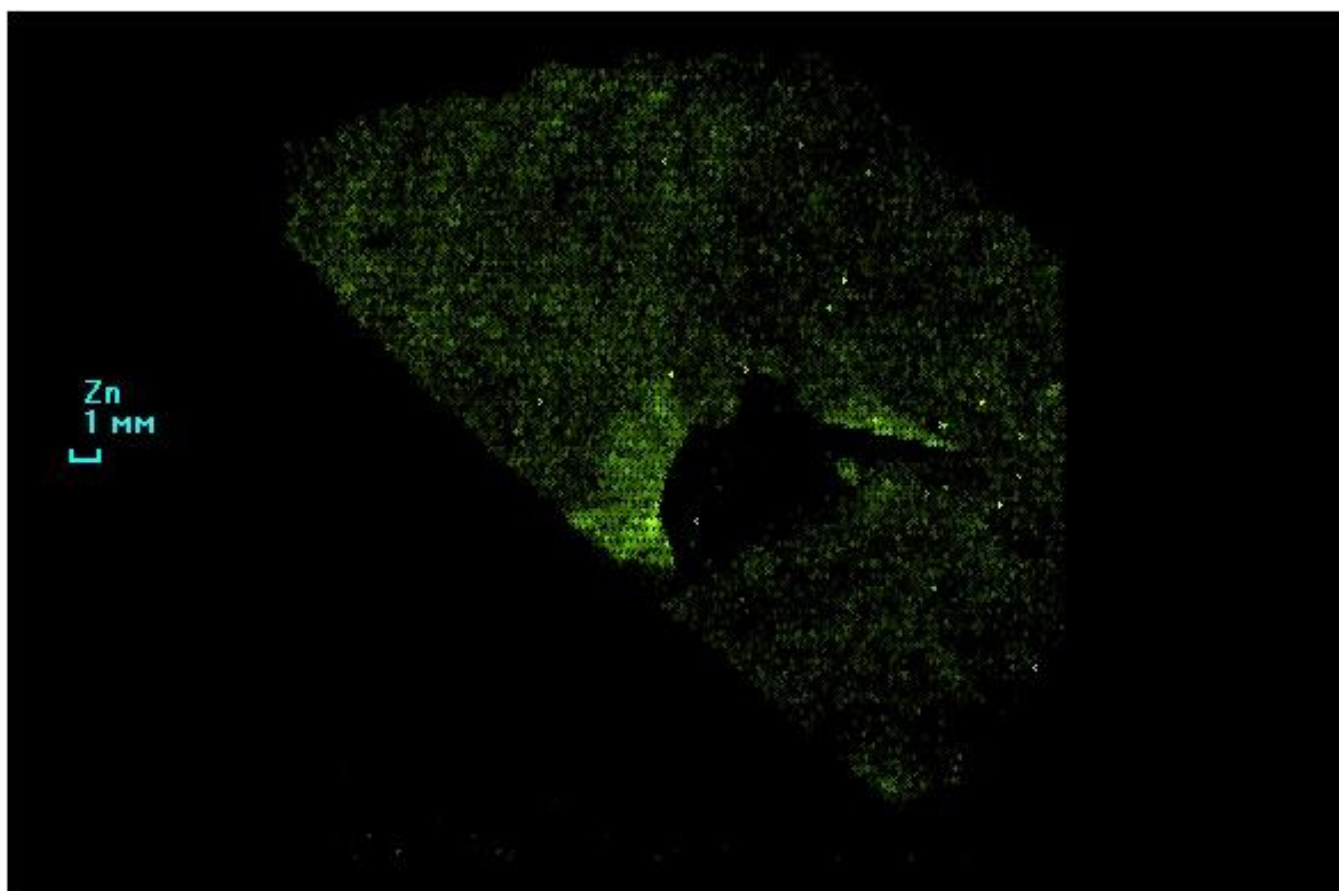


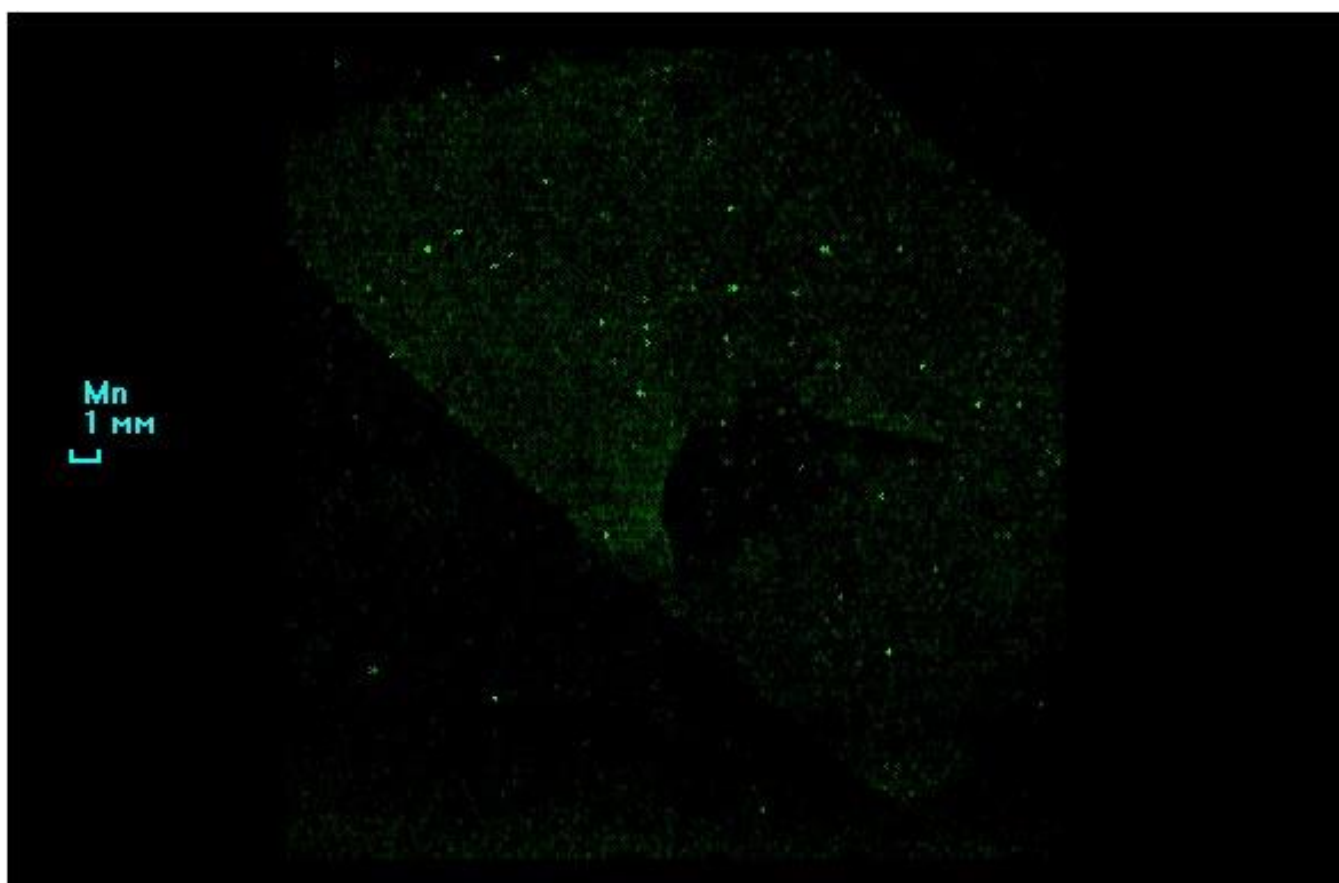
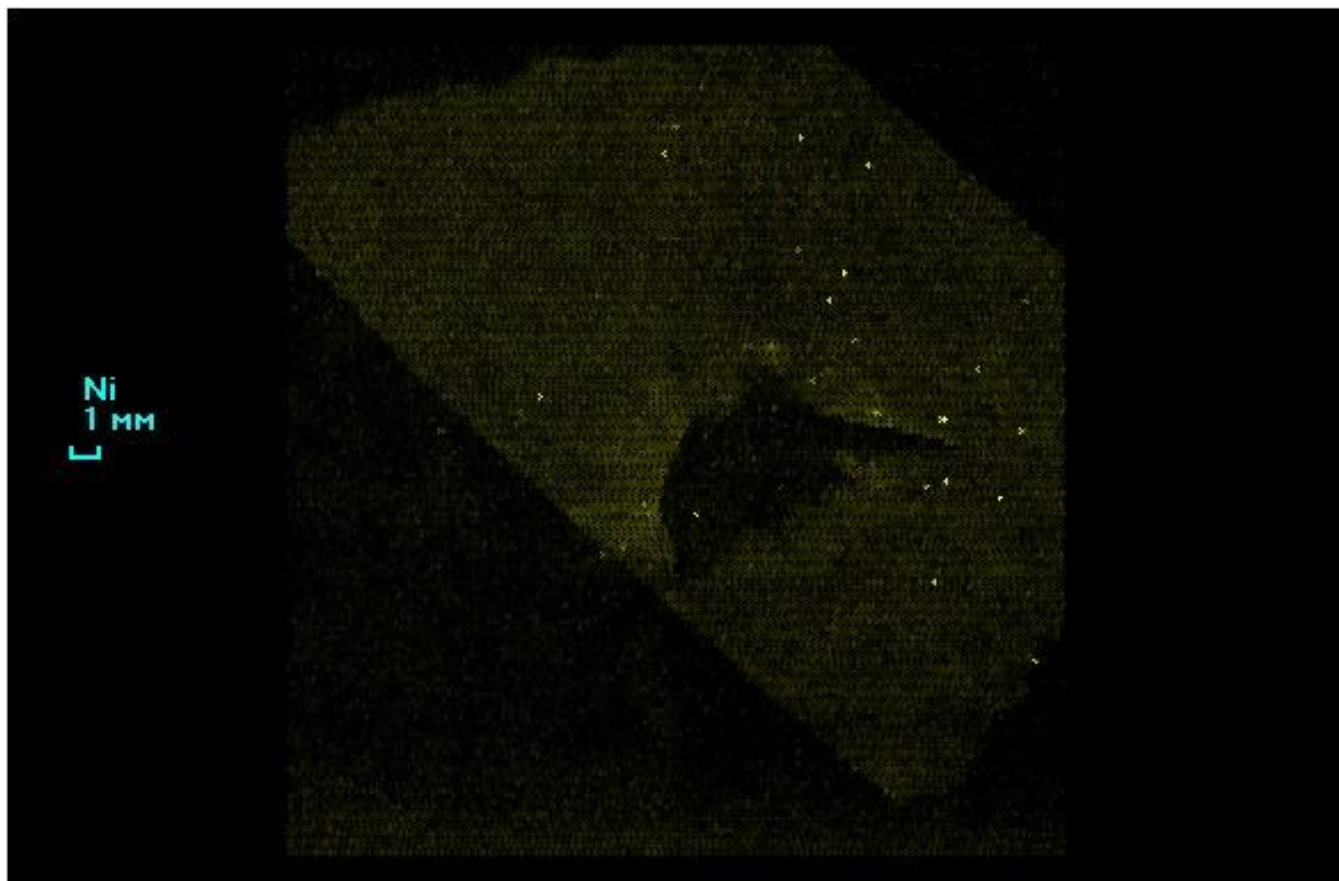
Рис.1. Мишень из тира с пулевыми отверстиями

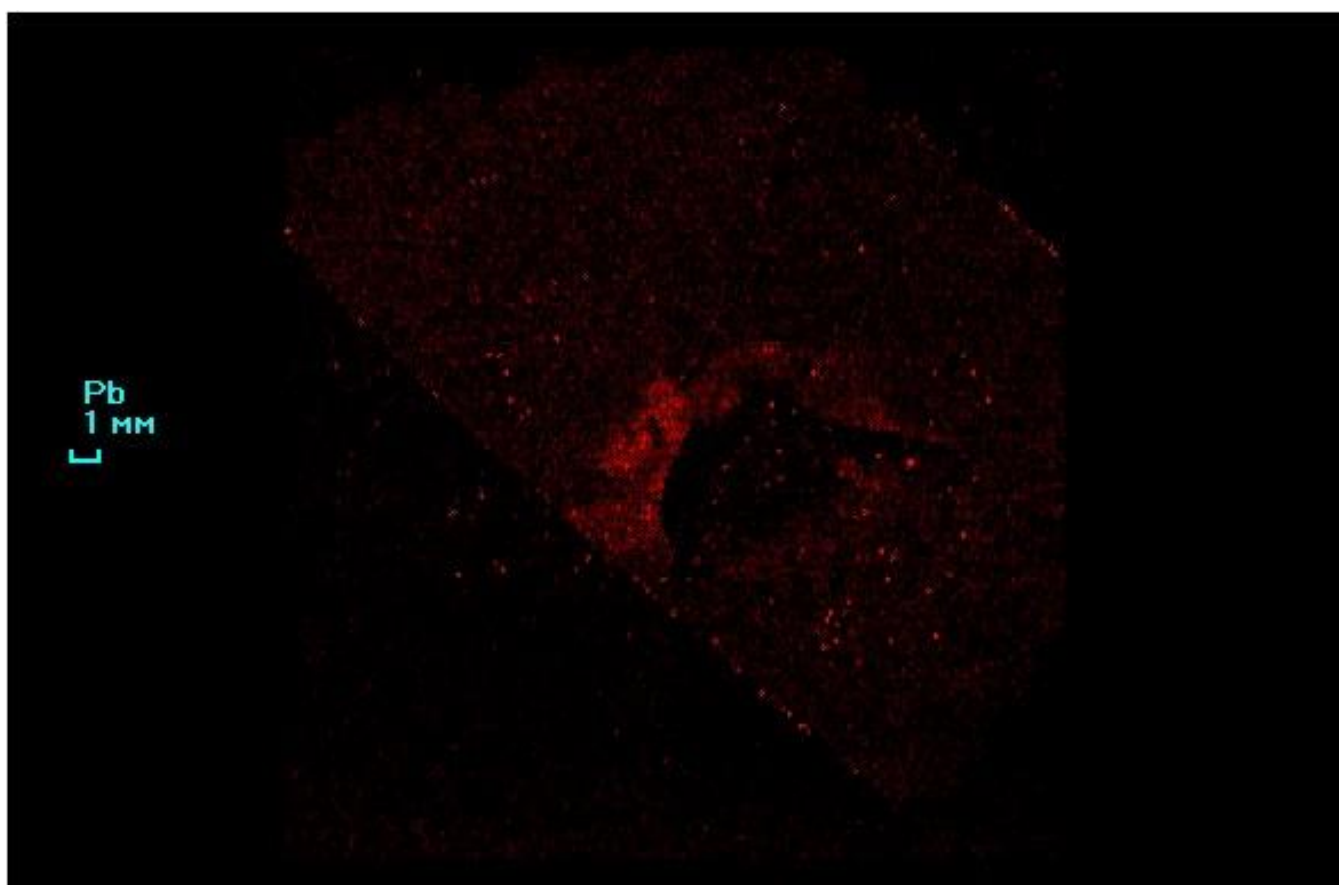
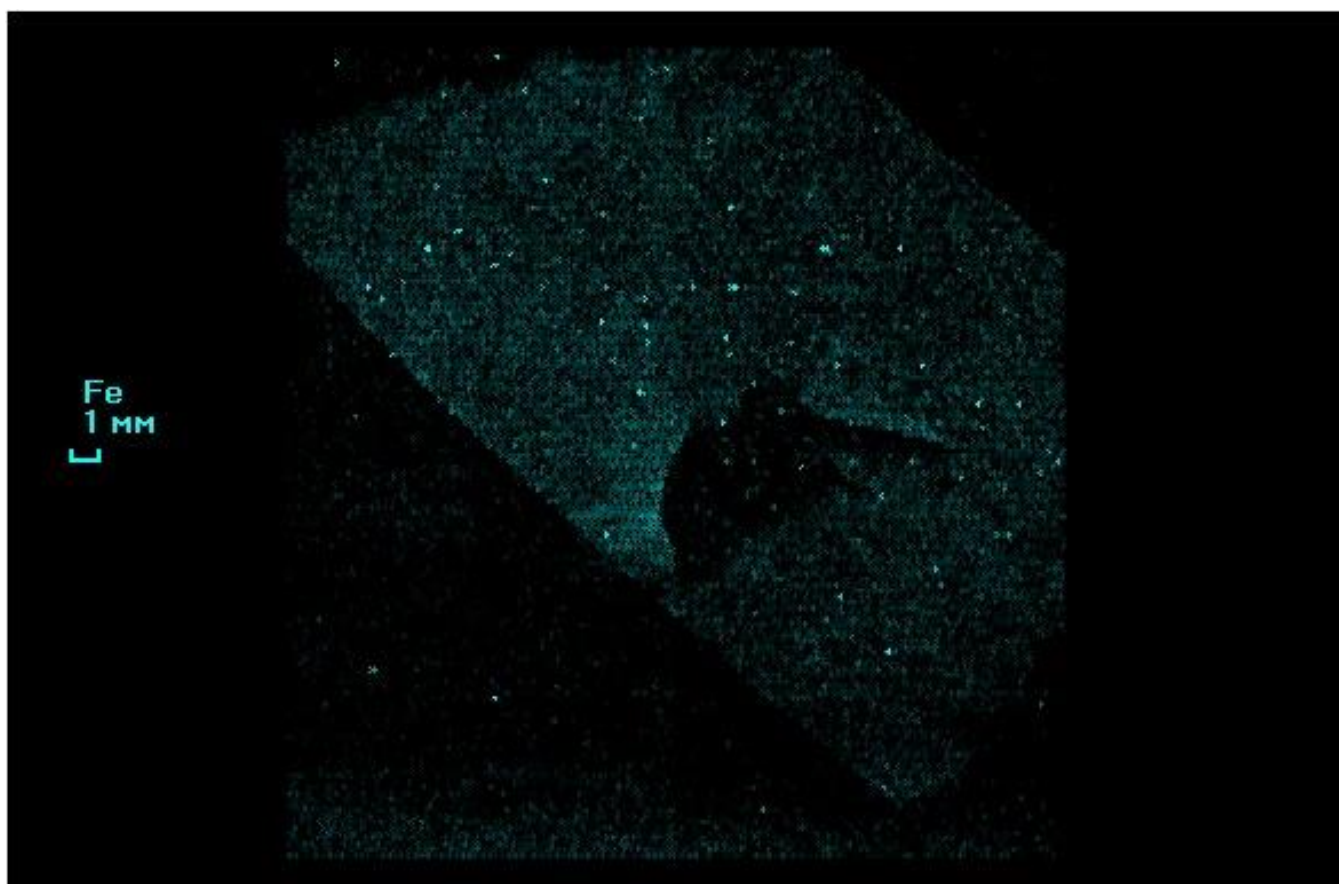


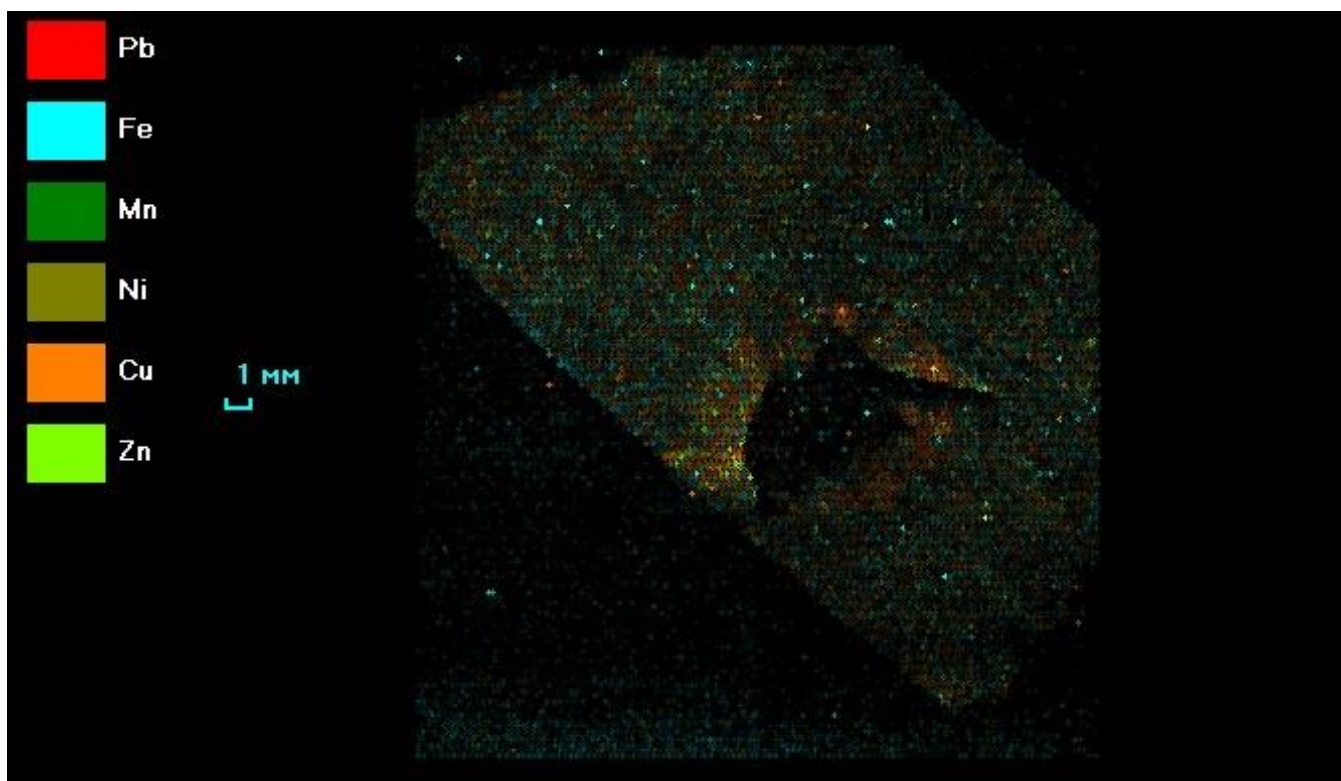
Рис.2 Изображение, полученное с помощью обзорной видеокамеры, с выделенной областью сканирования

Далее приведены результаты элементного картирования выделенного участка мишени:

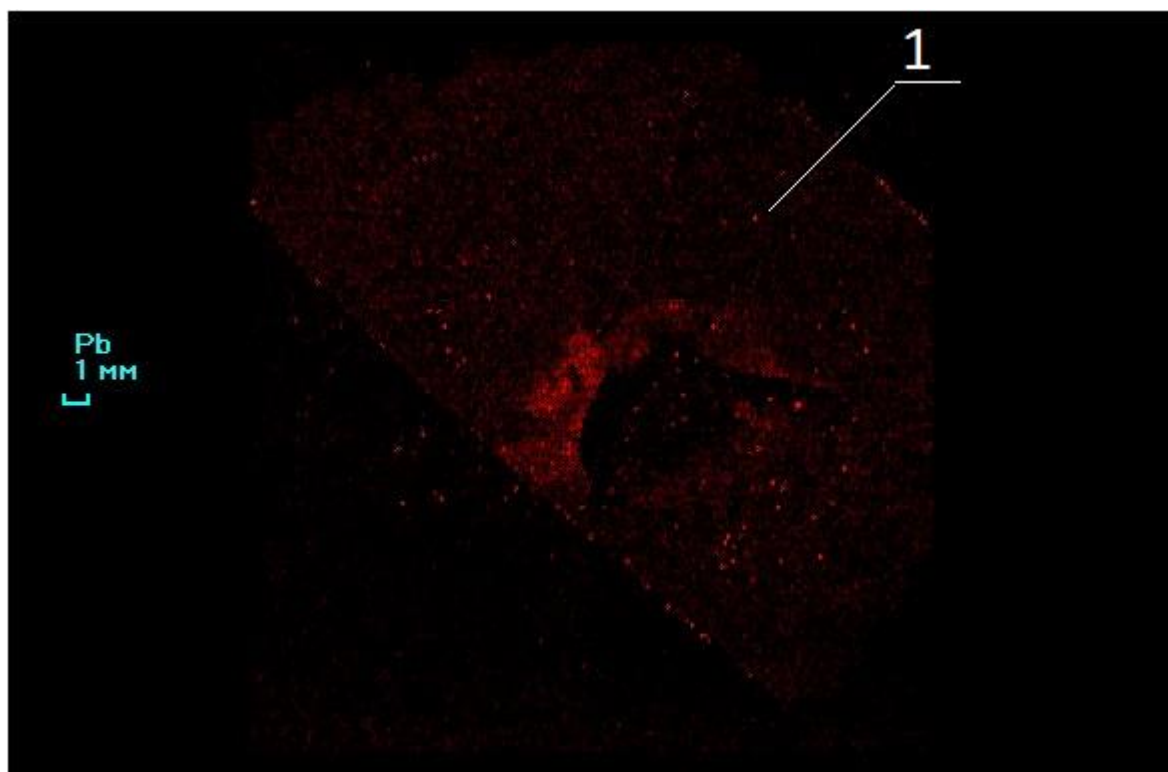


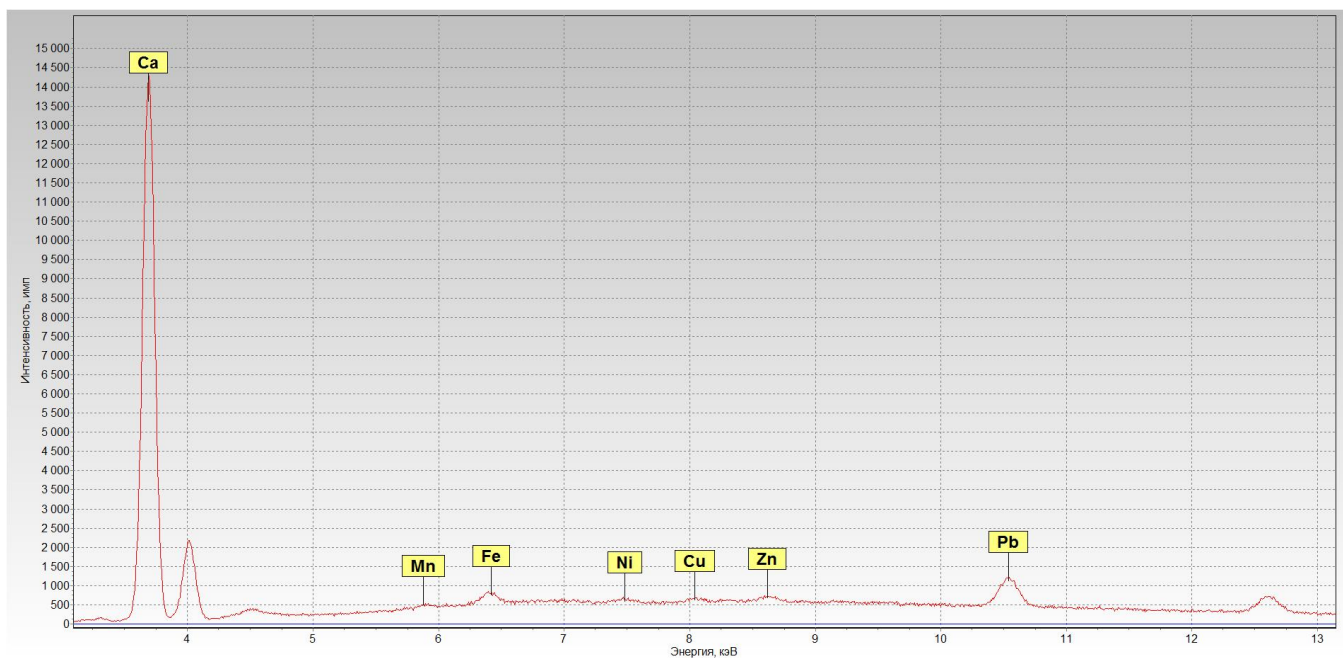




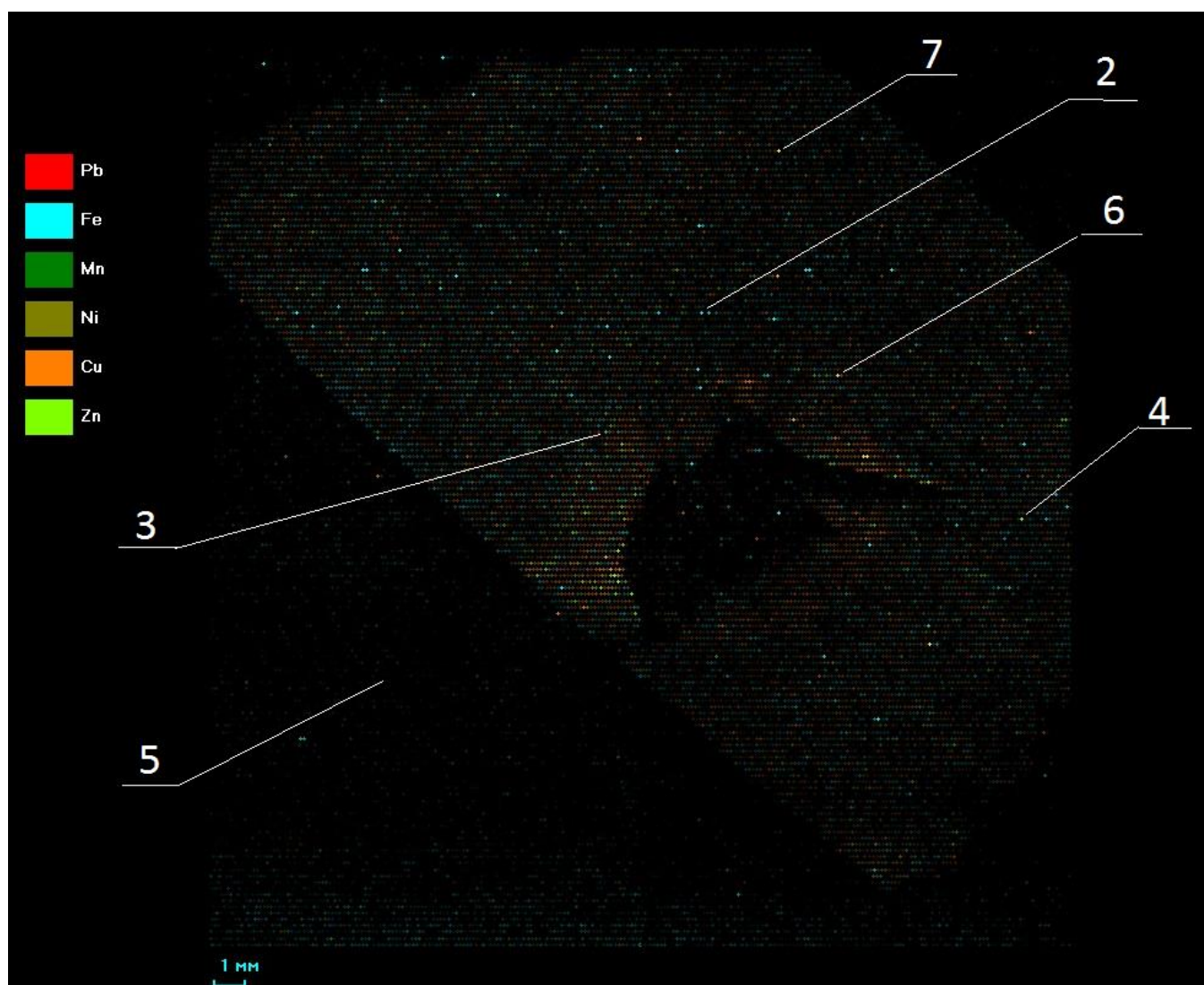


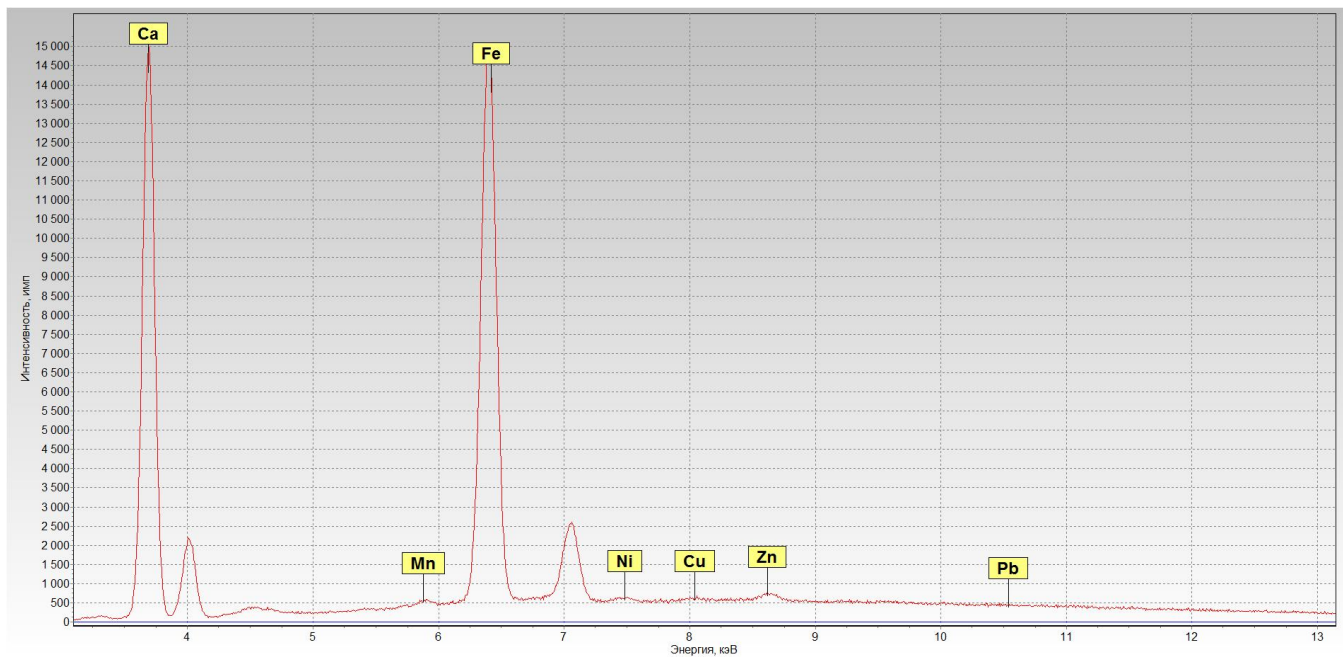
В отдельных наиболее ярких точках были сняты спектры:



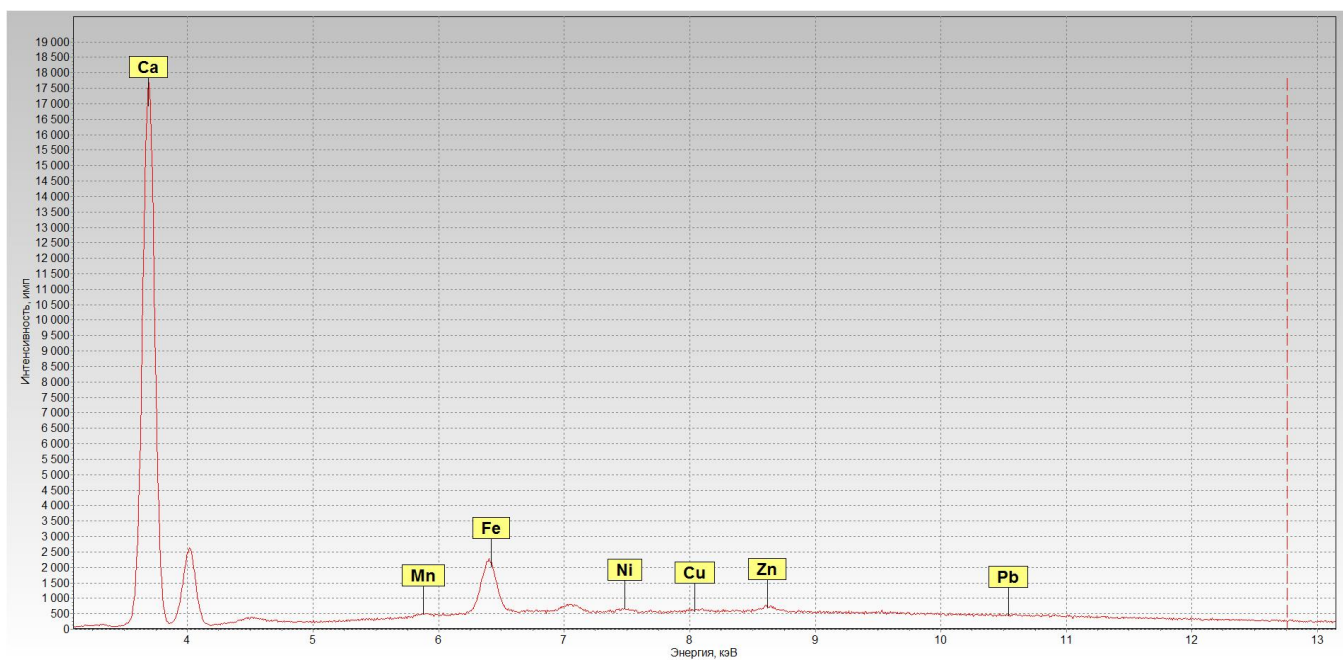


Спектр в точке №1 с высоким содержанием свинца (Pb)

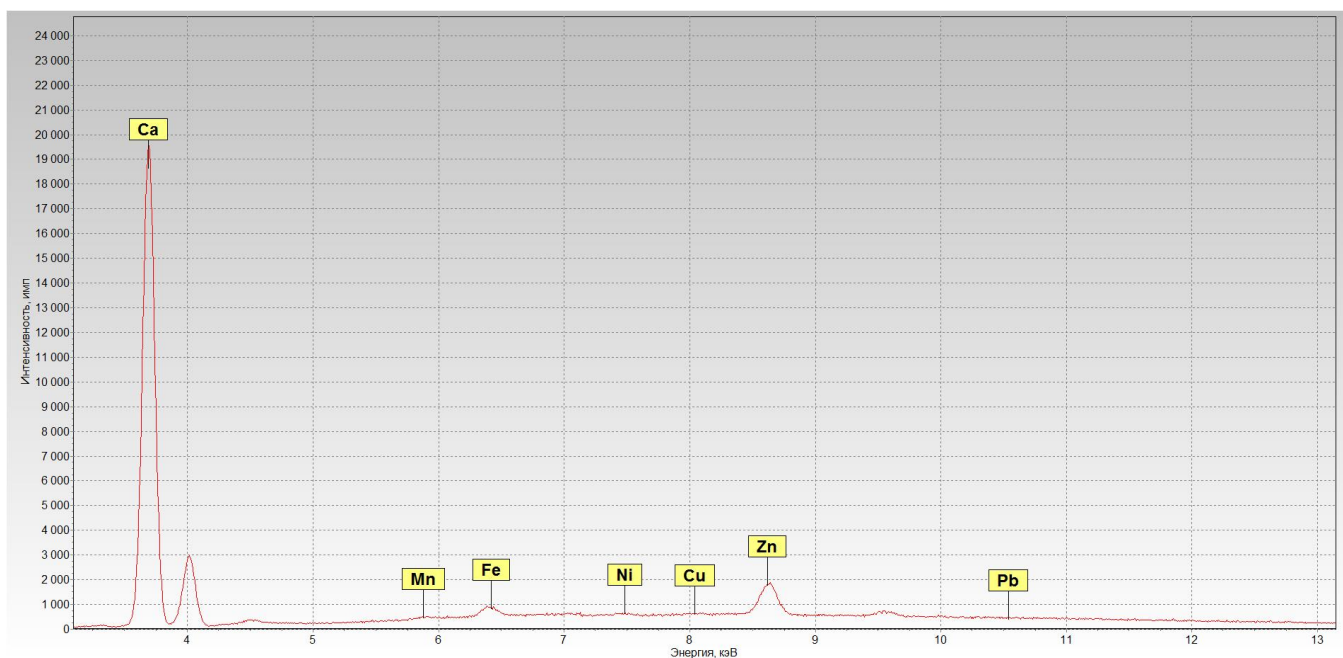




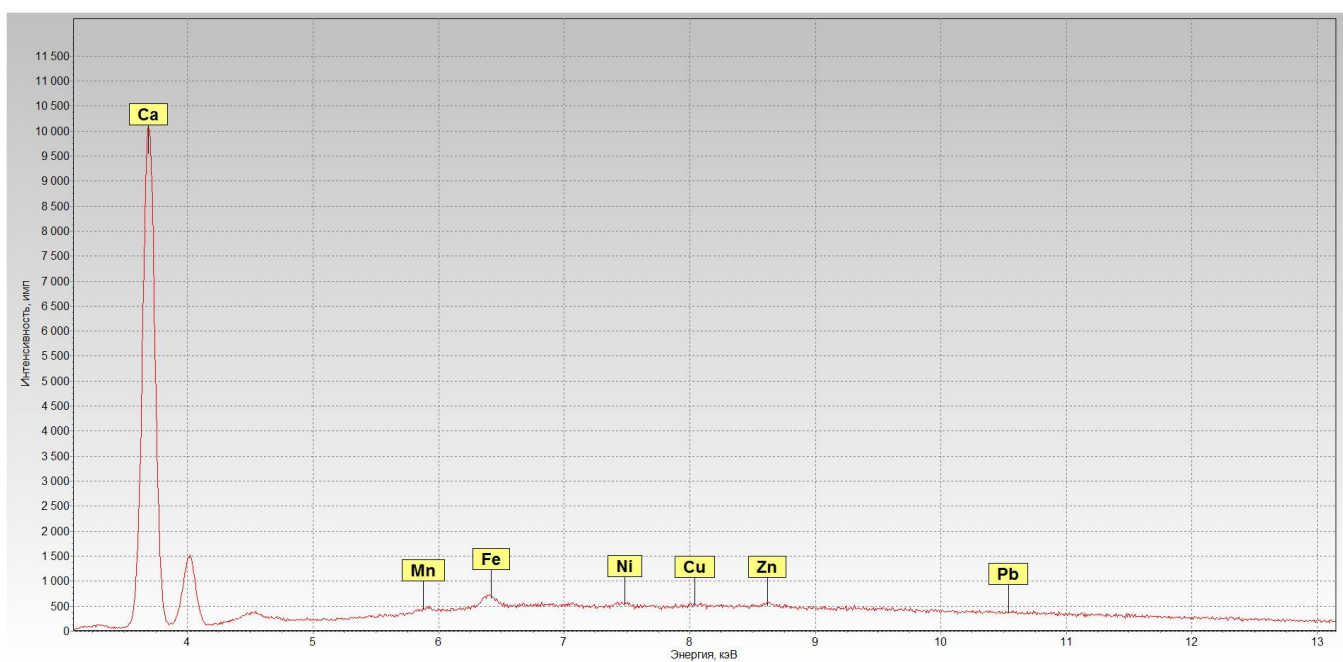
Спектр в точке №2 с самым высоким содержанием железа (Fe)



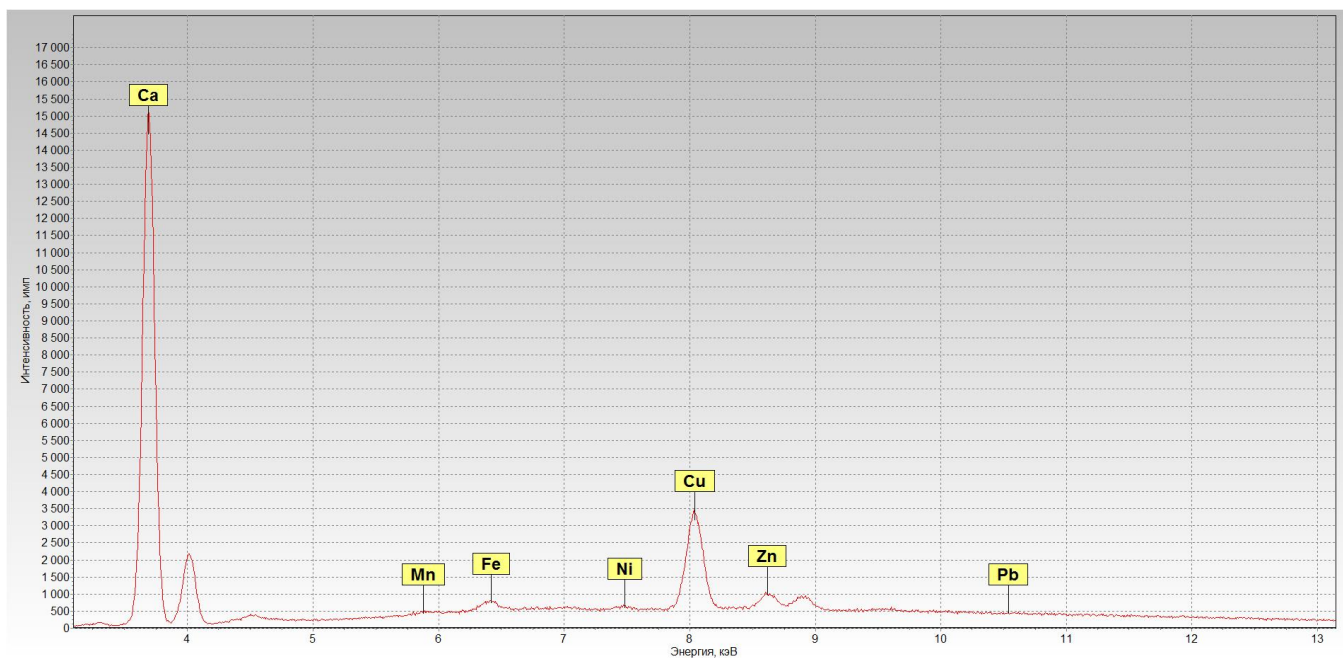
Спектр в точке №3 с высоким содержанием железа (Fe)



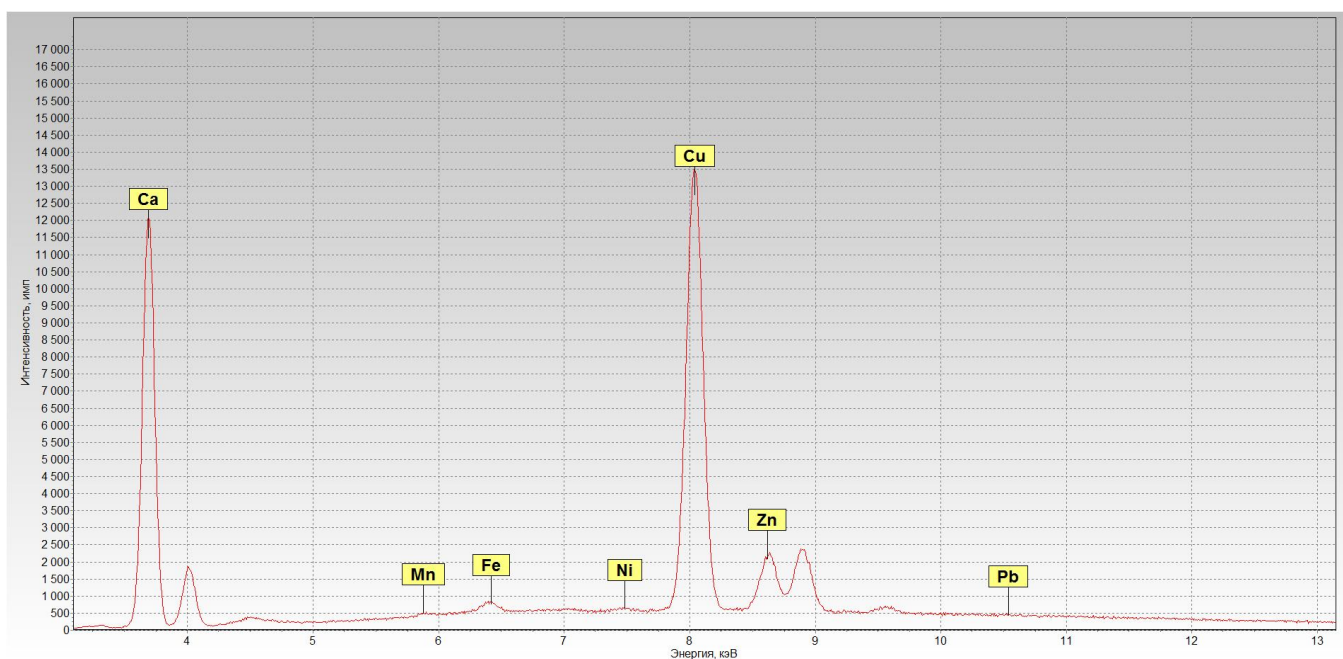
Спектр в точке №4 с высоким содержанием цинка (Zn)



Спектр в точке №5 с минимальным количеством всех элементов – фоновая точка



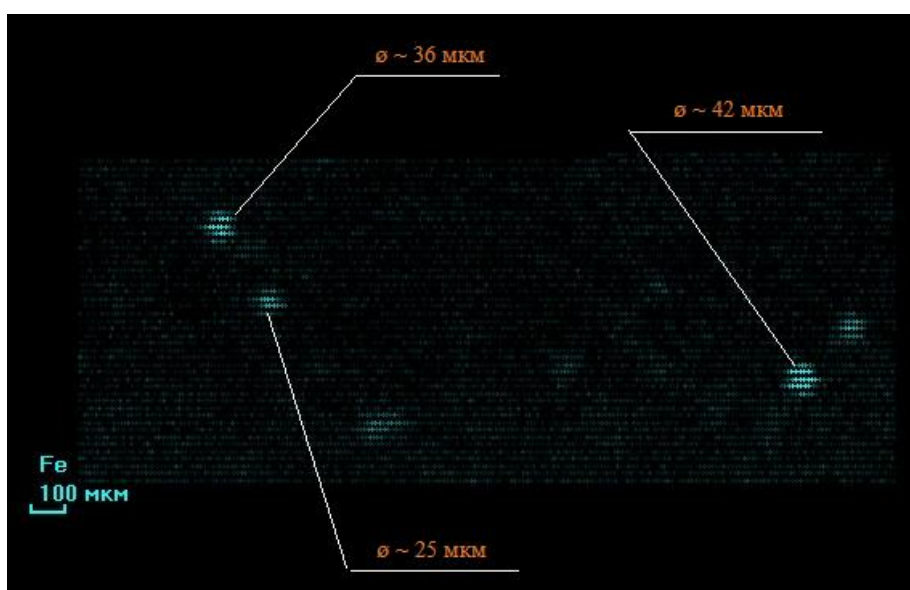
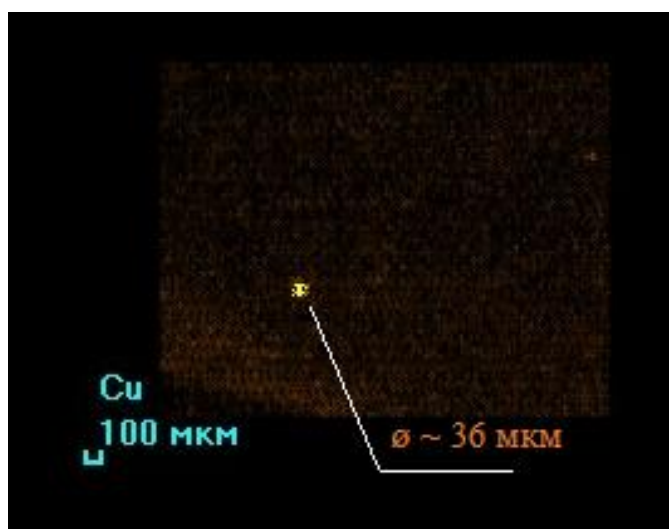
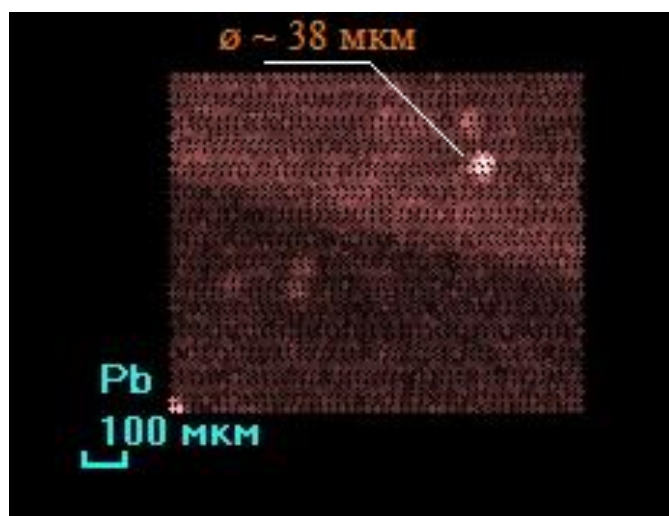
Спектр в точке №6 с высоким содержанием меди (Cu) и цинка (Zn)



Спектр в точке №7 с высоким содержанием меди (Cu) и цинка (Zn)



Проведена оценка размеров точек микровключений различных элементов:





Выводы

Проведенное исследование выявило наличие на материале мишени (бумаге) микровключений таких элементов как Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb. Стоит отметить, что при удалении от пулевого отверстия плотность этих точек уменьшается, из чего можно сделать вывод, что они являются продуктами выстрела.

С помощью встроенного в программное обеспечение математического аппарата был оценен размер точек с микровключениями. Максимальный диаметр микровключений оценен порядка 40 мкм. Большинство микровключений имеют меньший диаметр.

Микроскоп-микронзонд РАМ-30μ позволяет проводить анализ следов выстрела с высокой степенью пространственной детализации и элементной чувствительности.

УСЛОВИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО КАРТИРОВАНИЯ

Шаг сканирования	200, 30, 15 мкм	Ток	7000 мкА
Скорость	150, 30, 15 мкм/с	Рентгеновская трубка:	Мо анод
Время измерения	от 1000 до 1500 мс	Атмосфера:	воздух
Напряжение	30 кВ		

УСЛОВИЯ МИКРОАНАЛИЗА (съемка спектров)

Время измерения	100 сек	Ток	7000 мкА
Напряжение	30 кВ	Рентгеновская трубка:	Мо анод
	Атмосфера:		воздух