

# Спектральные методы исследования при экспертизе и атрибуции картин



**Бахвалова Е.В., Бахвалов А.С., Пичеев Б.В.  
АО «Научные приборы»  
Санкт-Петербург**



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ



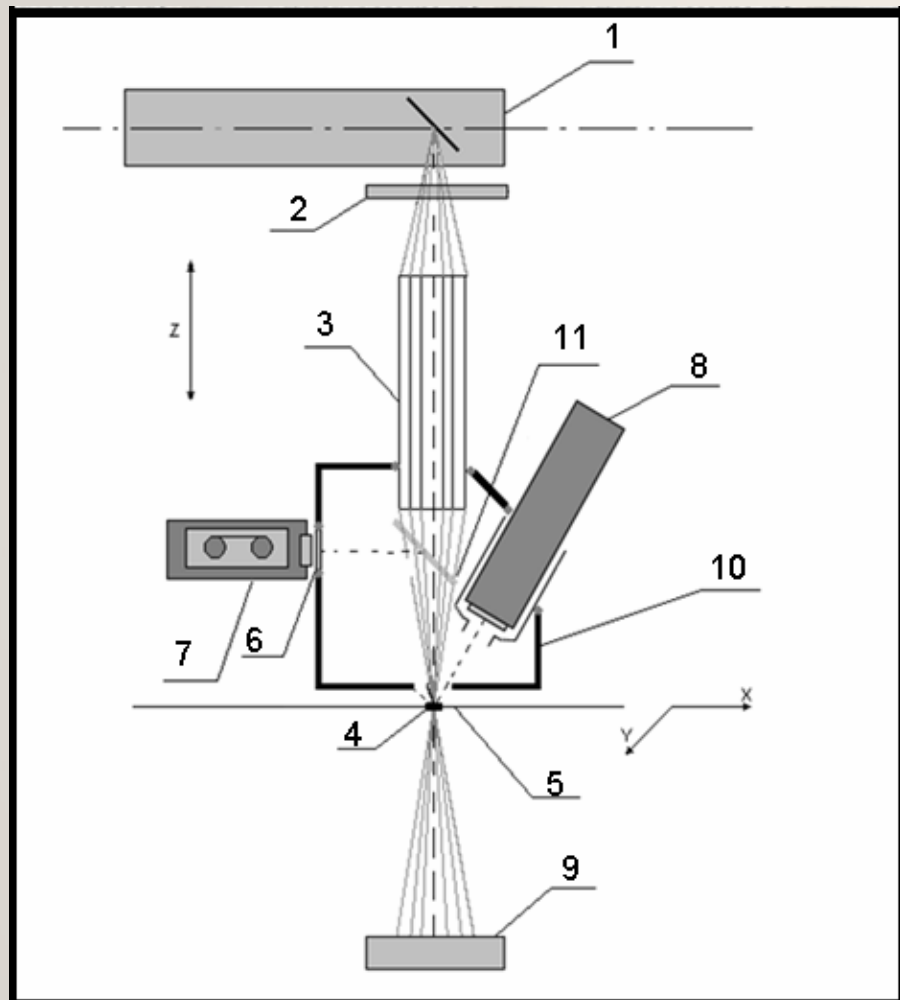
# РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ МИКРОЗОНД - МИКРОСКОП РАМ-30μ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Напряжение анода рентгеновской трубки, кэВ, материал анода	10 – 45, Мо
Максимальная мощность рентгеновской трубки, Вт	500
Диаметр рентгеновского зонда, мкм	30 – 1000
Точность позиционирования рентгеновского зонда, мкм	10
Диапазон определяемых элементов	<sup>11</sup> Na до <sup>92</sup> U
Энергетическое разрешение детектора на линии Mn Kα, эВ	<150
Долговременная стабильность анализатора (относительное СКО выходного сигнала)	<1%
Максимальный размер сканируемой области, мм	150×150
Максимальный размер образца, мм	300×210×100
Максимальный вес исследуемого объекта, кг	1
Атмосфера измерительной камеры	Воздух, вакуум
Фильтрация первичного излучения	10 автоматически сменных фильтров
Потребляемая мощность, кВт	0,6
Габаритные размеры аналитического блока (Д×Ш×В), мм	665×615×650
Вес, кг	75



## Рентгенооптическая схема



1. Микрофокусная рентгеновская трубка
2. Щелевое устройство, фильтры первичного излучения
3. Поликапиллярная линза
4. Исследуемый образец
5. Предметный столик
6. Осветитель
7. Цифровой микроскоп
8. Полупроводниковый энергодисперсионный детектор
9. Точечный фотодиод
10. Измерительная камера
11. Зеркало

# Программа X-Ray Micro

**Задание параметров сканирования**

Файл Вид Окна Помощь

X: Label34 Y: Label36

Задача положения | Программа измерений | Элементный анализ | Текущий спектр

**Загрузил спектр: C:\Documents and Settings\Администратор\Рабочий стол\XU1\U1.spe**

Файл Вид Обработка Компоновка Окно Помощь

Таблица Менюлевая | Список модельных линий | Выбор СО и результаты анализа | Смена режимов | Актравно | Обработка списка | Библиотека профилей | Сравнение спектров

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	

Край положения (кэВ)  
 K 80.72 Au (нет)  
 L1 11.9212 Au (нет)  
 L2 13.739 Au (нет)

Энергия (кэВ)  
 Ka 67.8985  
 Kb 77.982  
 La 9.8705  
 Lb 11.5049  
 Lc 13.301

Ат. номер: 79  
 Ат. масса: 196.97  
 p (г/см<sup>3</sup>): 19.32

Режим измерения (L):  
 Напряжение: 30 кВ  
 Фильтр: Zr-50  
 Атмосфера: Воздух

Режим измерения (L):  
 Напряжение: 40 кВ  
 Фильтр: Mo-50  
 Атмосфера: Воздух

Поиск по E:  И  X Сброс линий  
 Показать все линии  Добавить линию

**Общая картина**

Изображение | Гистограмма

Координаты X=9640.5 Y=1717.6  
 Найдено (нет)  
 Расстояние:

сер. мин: 0 сер. макс: 0  
 ш. мин: 0 ш. макс: 0

ОК  M

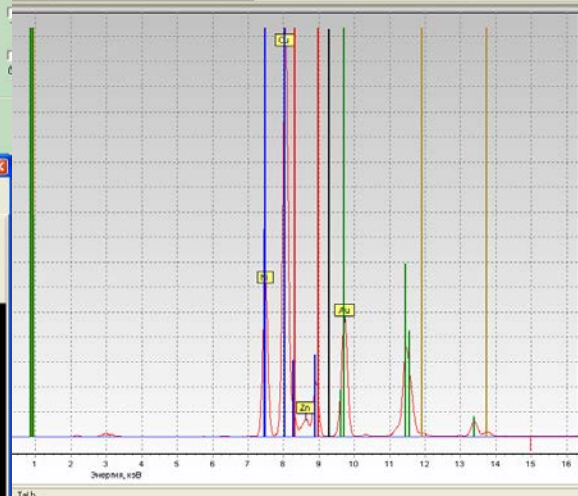
**Частная картина: Cu**

Изображение | Гистограмма

Координаты X Y  
 Найдено:    
 Расстояние:

ш. мин: 0 ш. макс: 0 сер. мин: 0 сер. макс: 0  
 ш. мин: 0 ш. макс: 0

ОК  M



**СТАРТ** **СТОП**

Левая верхняя точка X: -6623 мкм  
 Левая верхняя точка Y: 1462 мкм  
 Правая нижняя точка X: -2123 мкм  
 Правая нижняя точка Y: 4641 мкм

**Переместиться в точку**  
 Сохранить неотсканированную область

**Переместиться под камеру**

**Переместиться под микроскоп**

**Переместиться в центр**

Название образца:  
 Образец  
 Стандартный образец  
 Непрерывное сканирование  
 Только рентгенография

Шаг сканирования: 200 мкм  
 Скорость сканирования: 2000 мкм/сек  
 Напряжение: 25 кВ  
 Ток: 12000 мкА

**Создать программу**

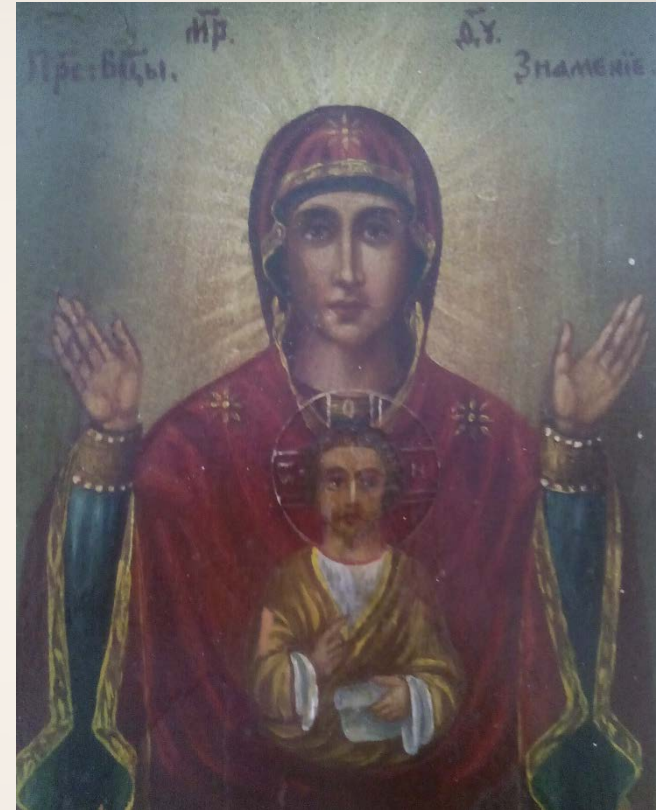
Оси X и Y **Ось Z**

Движение по шагам

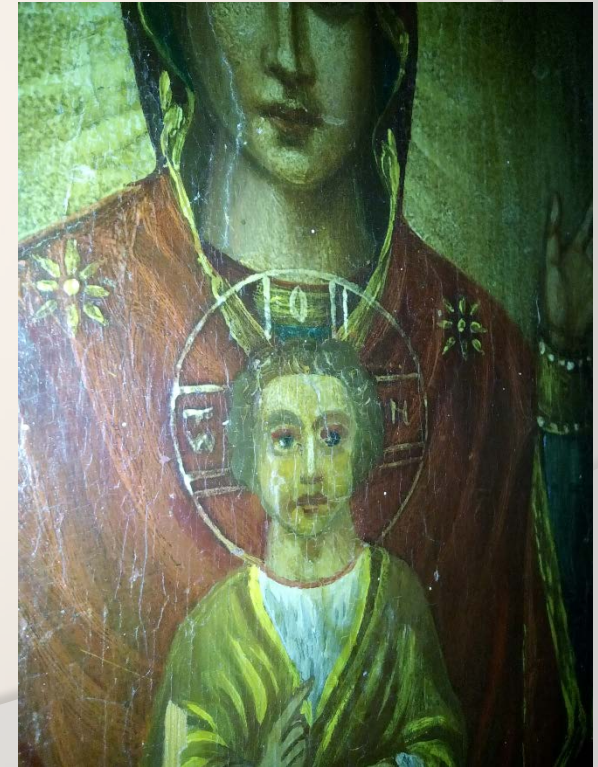
50



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ





# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА **РАМ-30μ**

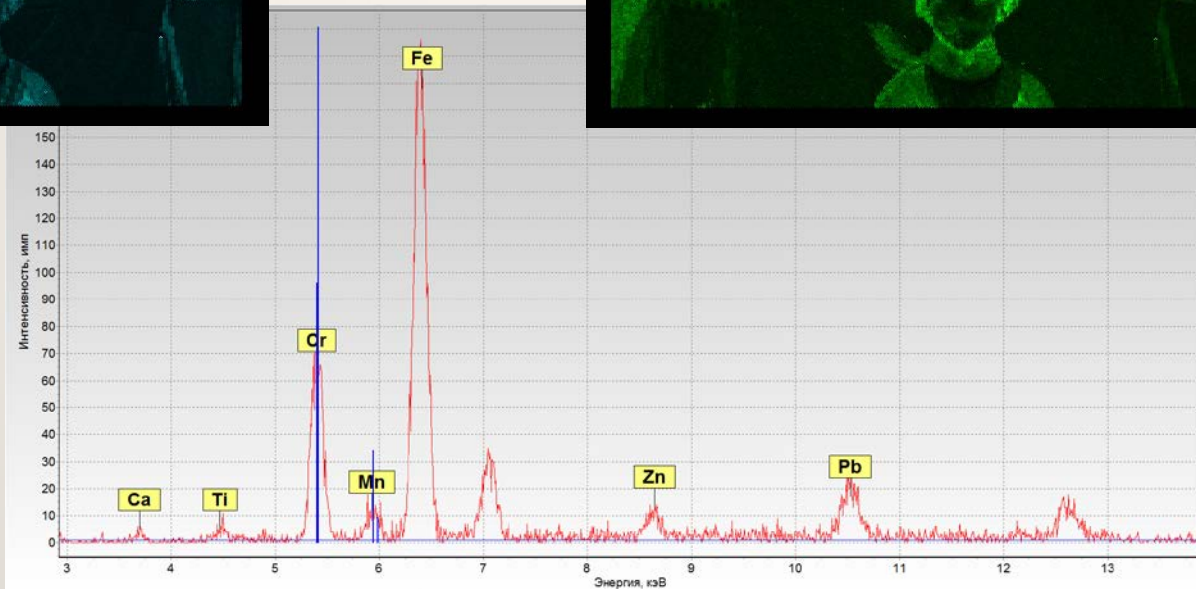




# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА **РАМ-30μ**

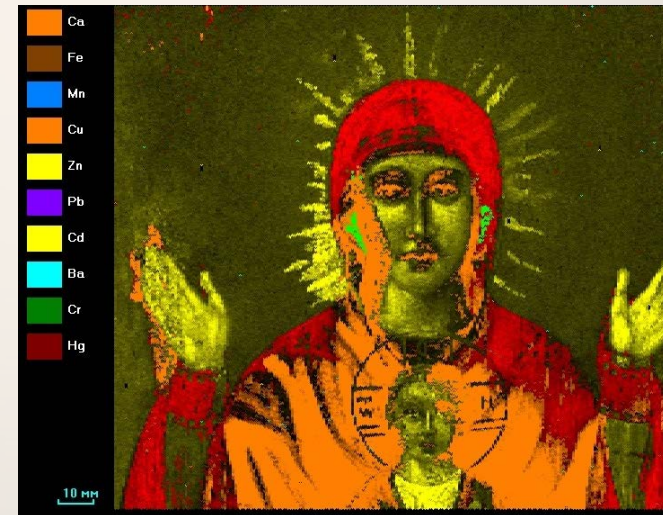
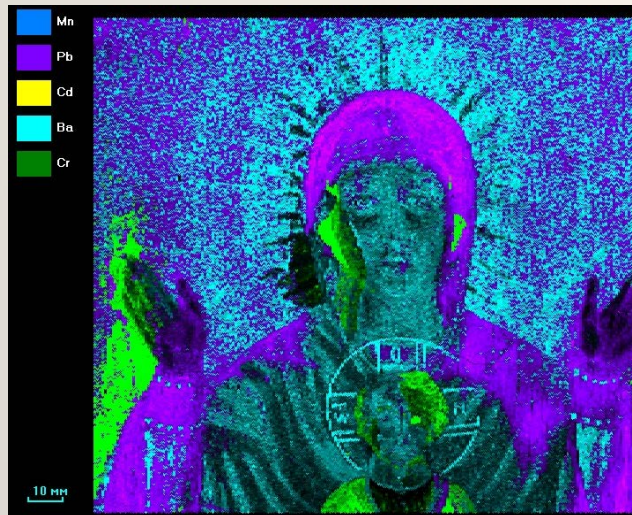
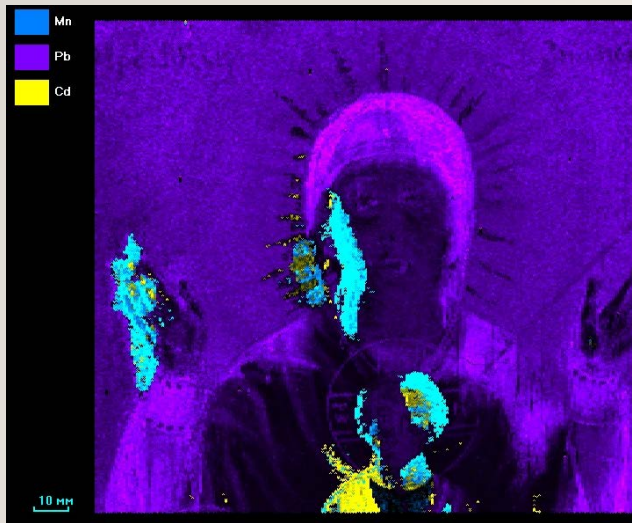


# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ





# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАЗ-30μ





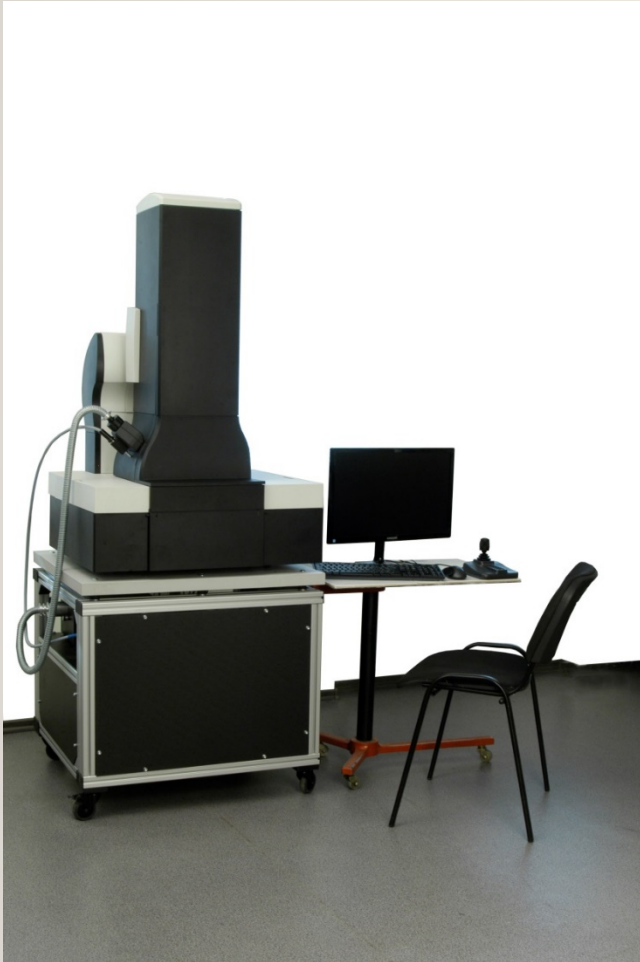
# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ



# ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

Устройство для регистрации гиперспектральных изображений создает изображение объекта в большом количестве спектральных каналов, что позволяет с достаточным разрешением выводить и анализировать спектр в каждой точке изображения

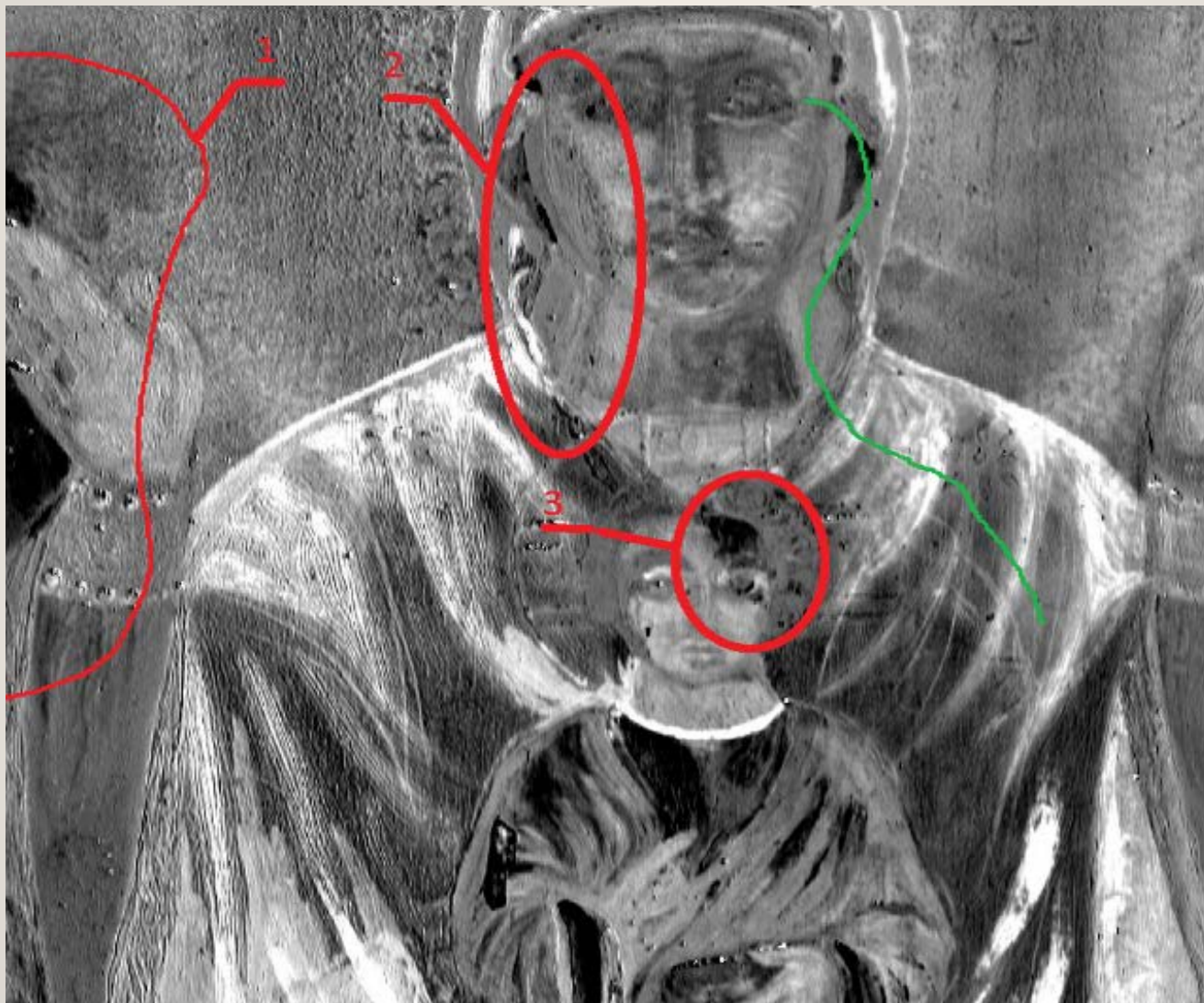
- Спектральный диапазон – 300-1100 нм
- Количество спектральных каналов – до 1000
- Отраженный свет и под действием УФ-излучения
- Гиперспектральные изображения в формате bil и bsq





# ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

обработка статистическим методом главных компонент





# ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

Псевдоцвета при использовании трех главных компонент





# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА **РАМ-30μ**





# ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

псевдоцвета совпадений с фоном: красный - реставрированная область у руки,  
синий - изначальный фон, зеленый – одеяние младенца





# ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

совпадение с фоном



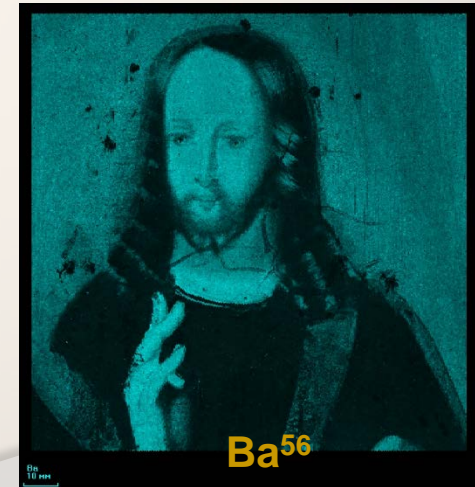
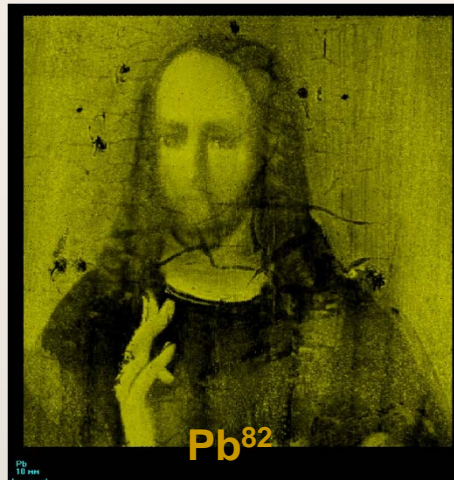
# ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР

Люминесцентное изображение (365 нм, канал - 761 нм)

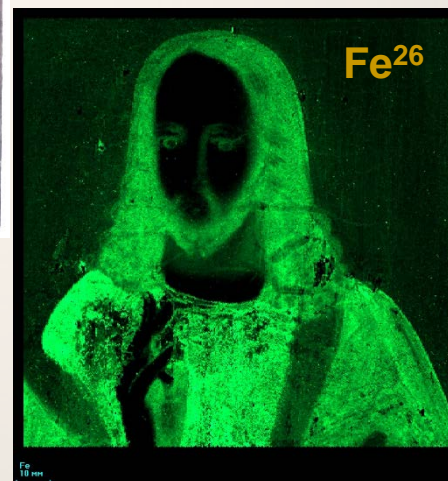
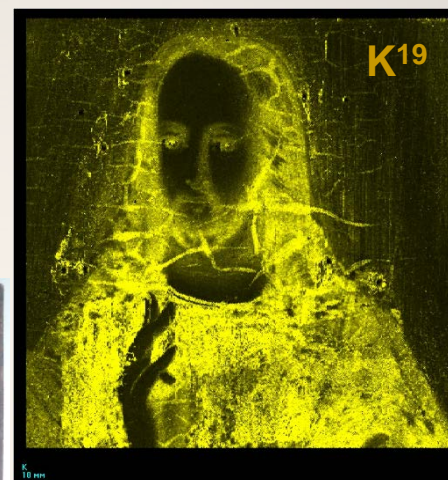




# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ

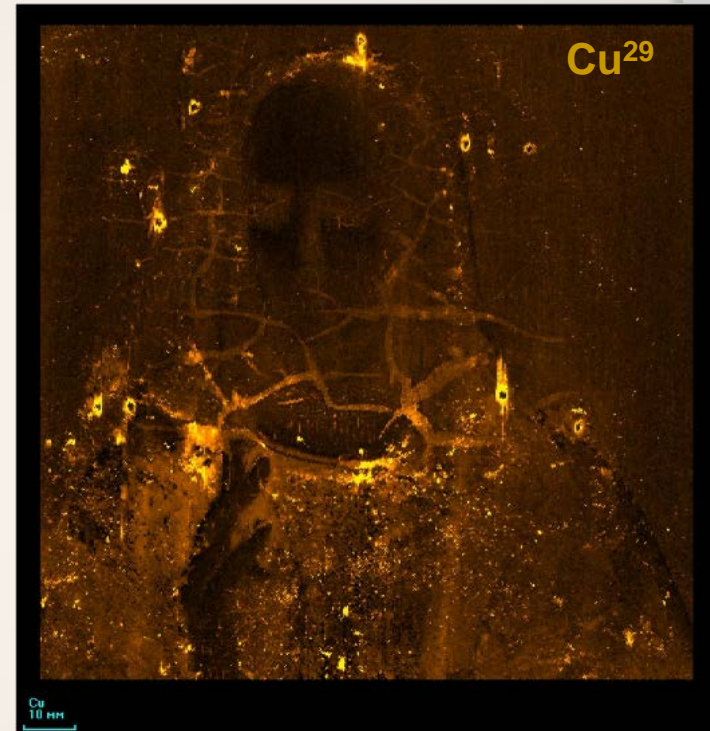


# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ

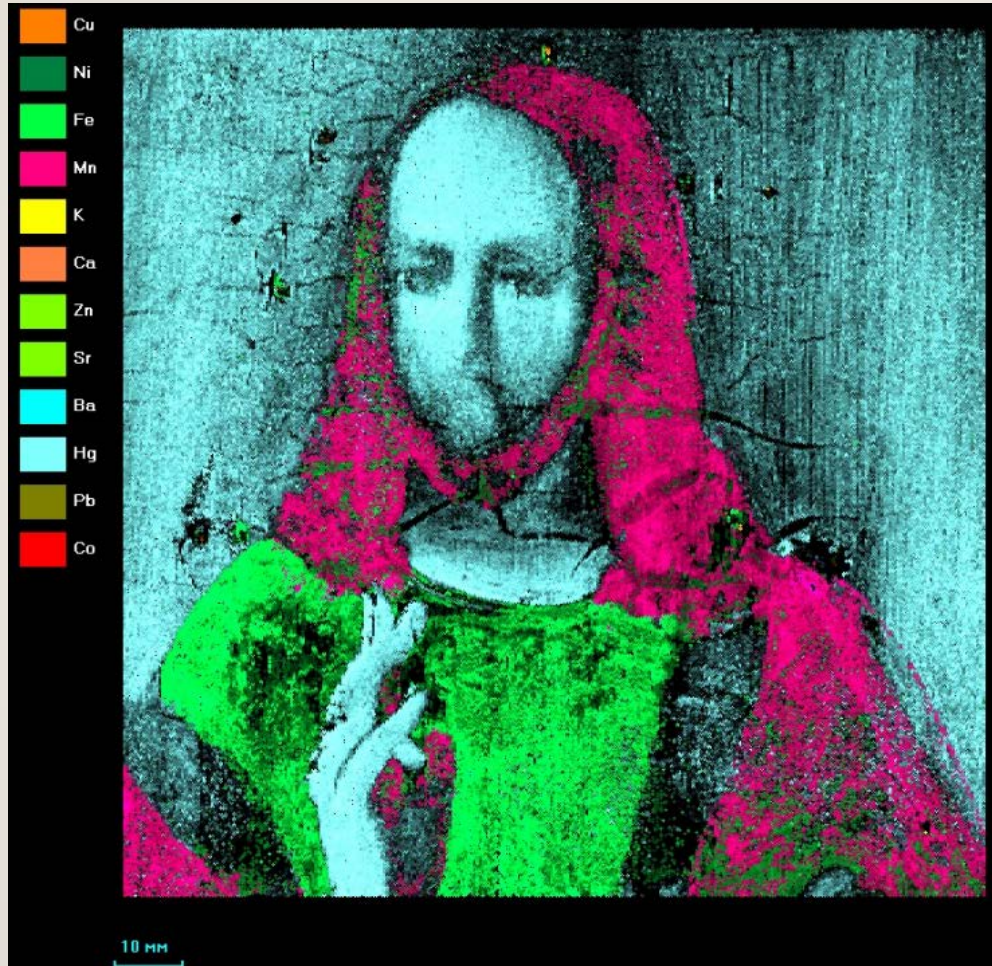




# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ

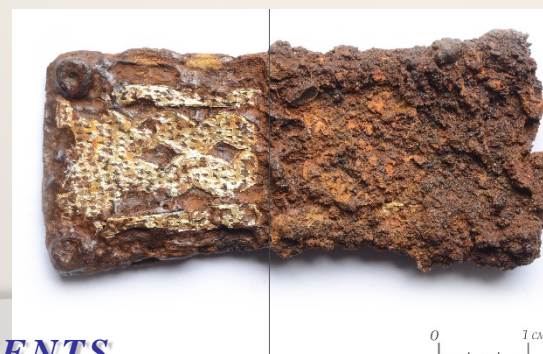
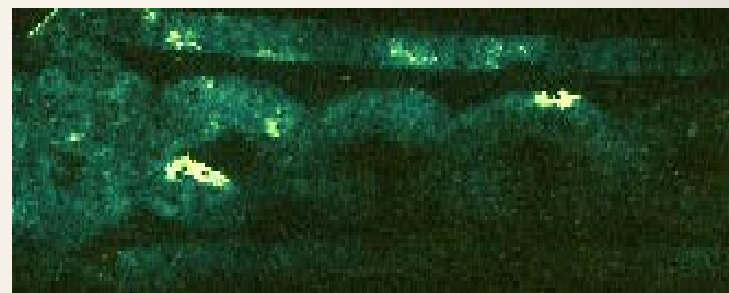
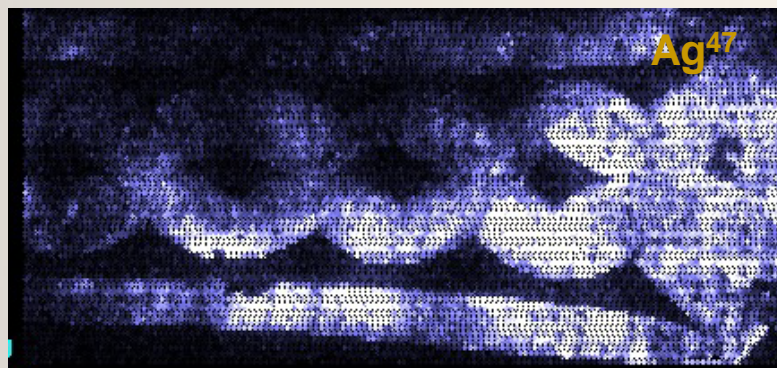
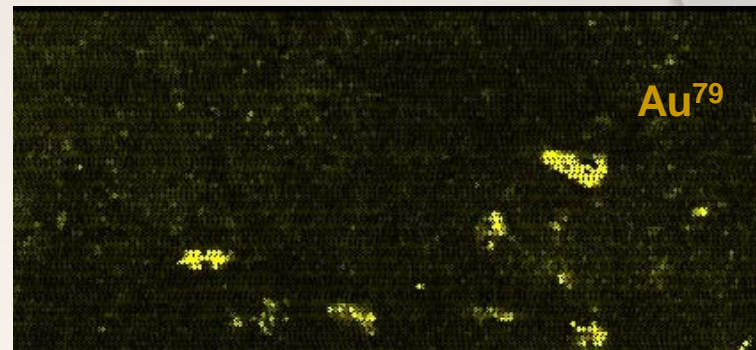


# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТОВ ИСКУССТВА С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ

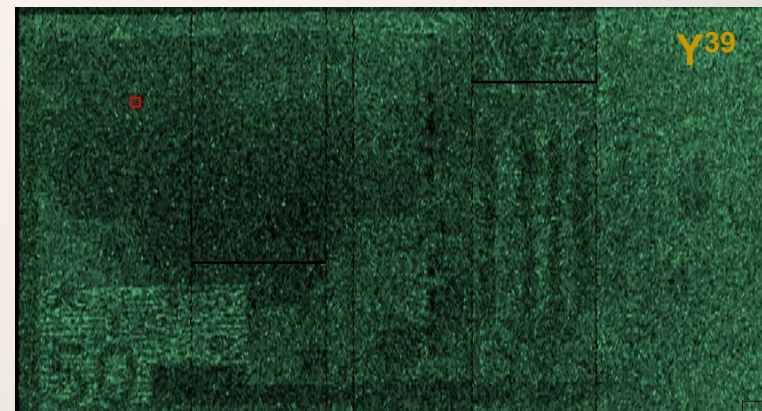
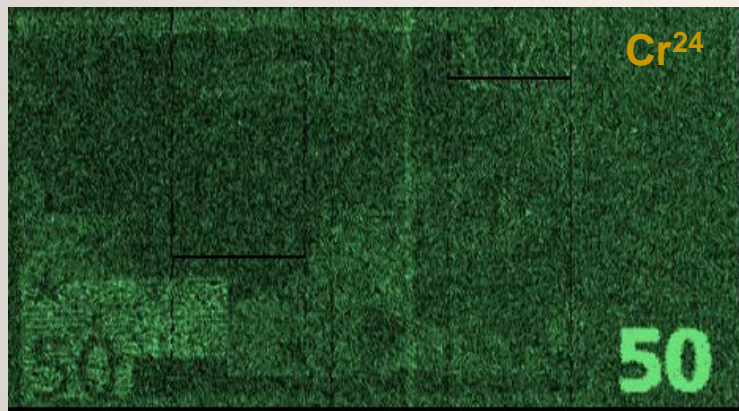




# Накладка на ремень конской упряжи средневековых кочевников X-XIII в.в. н.э. из археологических раскопок

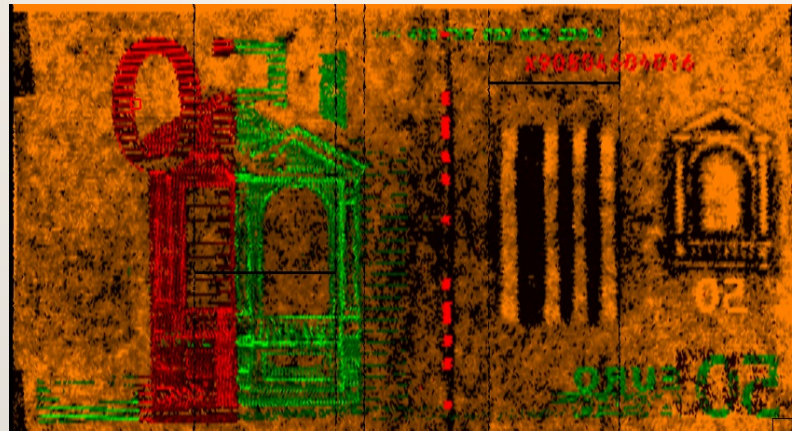
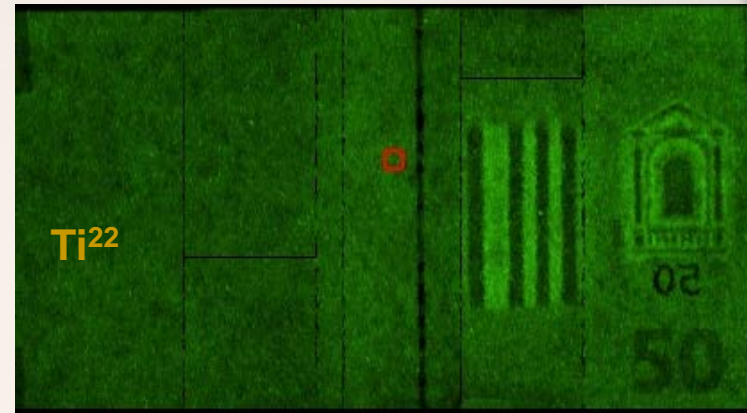
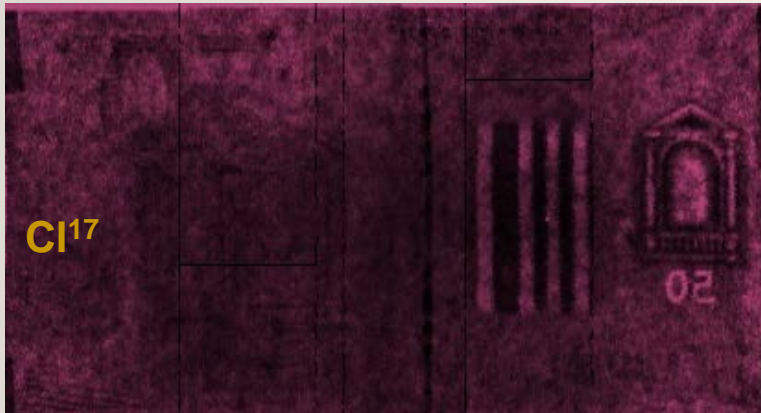


# ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕНЕЖНЫХ ЗНАКОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ



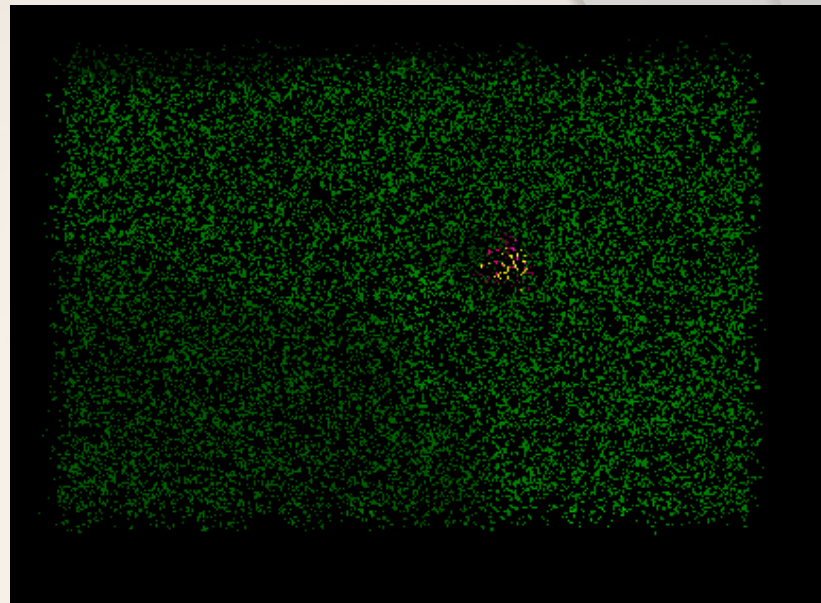


# ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕНЕЖНЫХ ЗНАКОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА РАМ-30μ

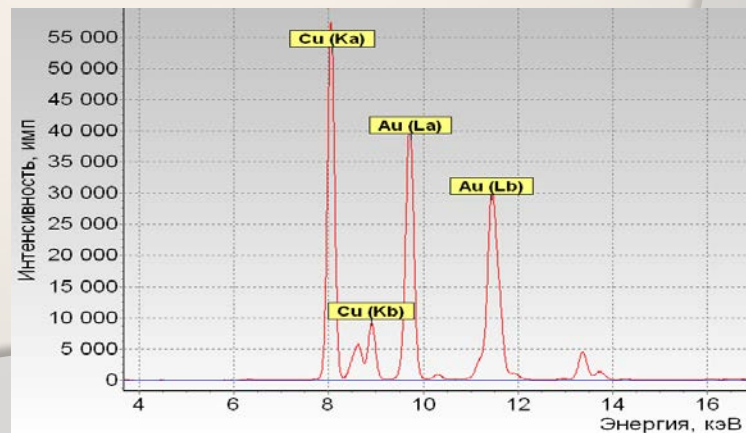


# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛЕДОВ ОПРАВЫ НА ЮВЕЛИРНОМ КАМНЕ С ПОМОЩЬЮ МИКРОЗОНДА-МИКРОСКОПА РАМ-30μ

Выбор области анализа по изображению получаемому с оптического микроскопа, увеличение 10 и 20 крат:



Элементное картирование выделенной области камня.  
Следы оправы: красный – медь, желтый - золото





# **ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОВСКОГО МИКРОСКОПА- МИКРОЗОНДА РАМ-30μ**

- Исследование состава красочных слоев;
- Визуализация нижних красочных слоев;
- Установление датировки предметов искусства;
- Определение следов реставрации;
- Получение рентгенографических изображений;
- Установление подлинности предметов искусств, денежных знаков и других документов;
- Проведение криминалистических экспертиз;
- Исследование биологических и геологических объектов.

***СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!***



**НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ**

[www.sinstr.ru](http://www.sinstr.ru)