

Государственный научно-исследовательский институт реставрации



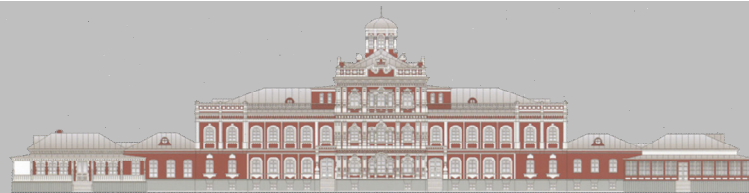
**Исследование методом СЭМ декоративных элементов мозаики конца
III тыс. до н. э. из царской гробницы № 3230 Гонур-Депе**

Т. В. Юрьева

Лаборатория физико-химических
исследований

Г. Э. Вересоцкая

Отдел научной реставрации
монументальной живописи



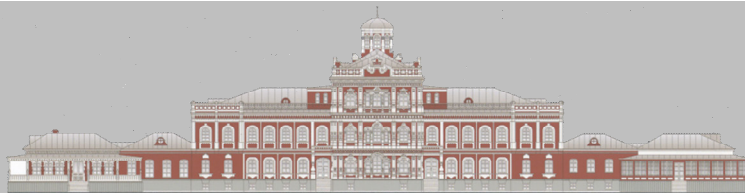
Государственный научно-исследовательский институт реставрации



Гонур-Депе, царский
некрополь, погребение 3230

Одна из стенок
дарохранильницы

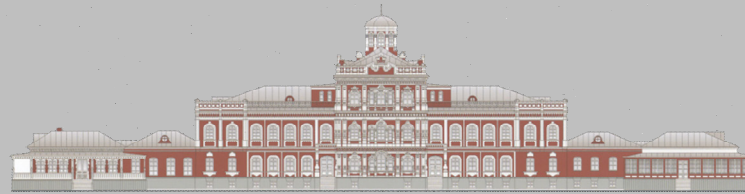




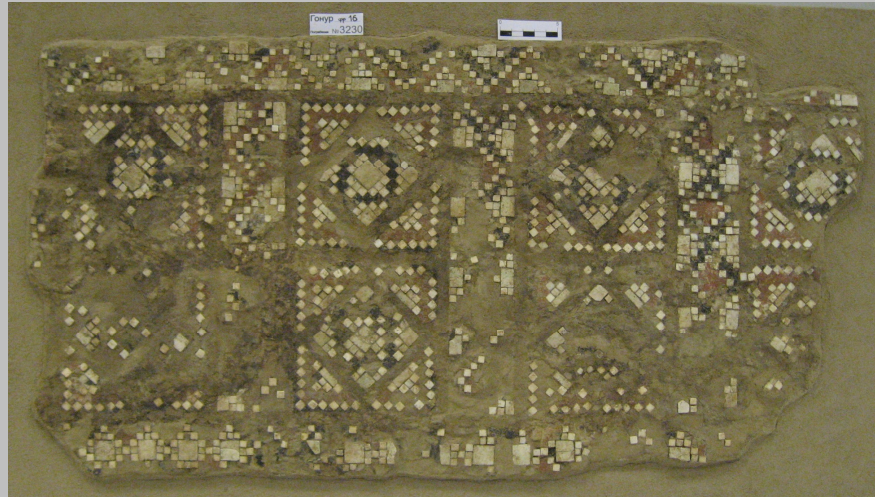
Государственный научно-исследовательский институт реставрации



Лицевая
поверхность
фрагмента одной из
стенок
дарохранительницы
под слоем лесса и
лессово-песчаных
комков



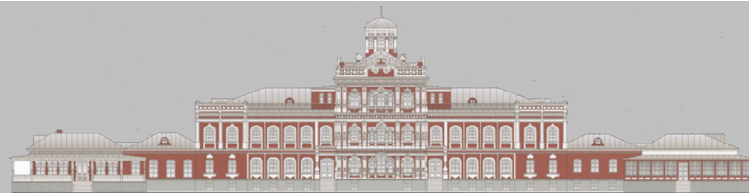
Государственный научно-исследовательский институт реставрации



Стенка дарохранительницы
после реставрации
(реставратор Г. Э. Вересоцкая)

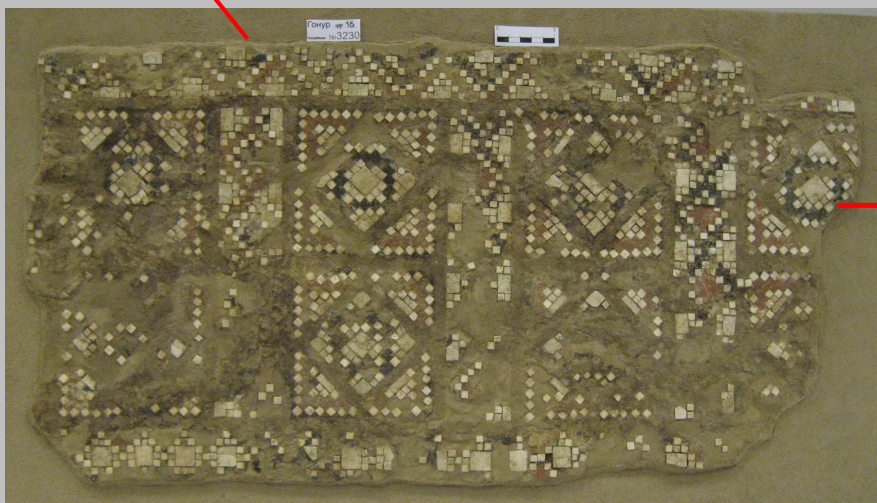
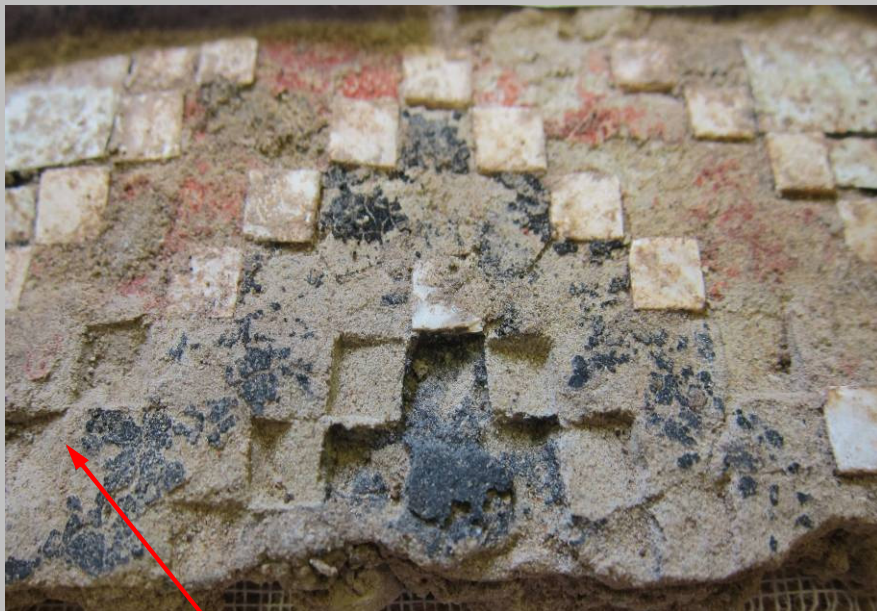


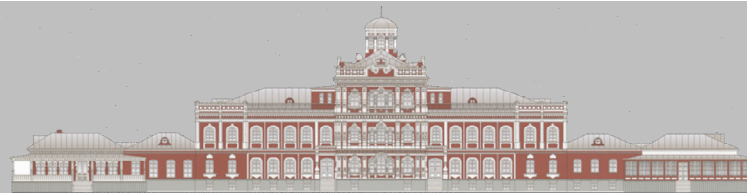
Реконструкция цветового
решения композиции
геометрического «коврового»
орнамента
(Г. Э. Вересоцкая)



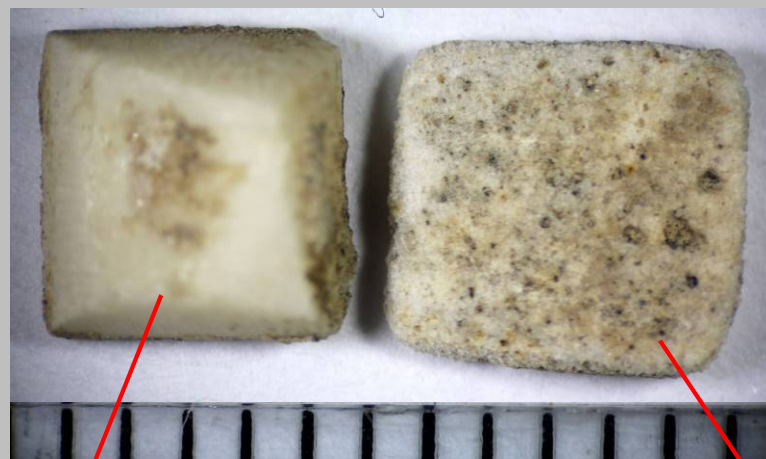
Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Фотографии участков отдельных мозаичных фрагментов

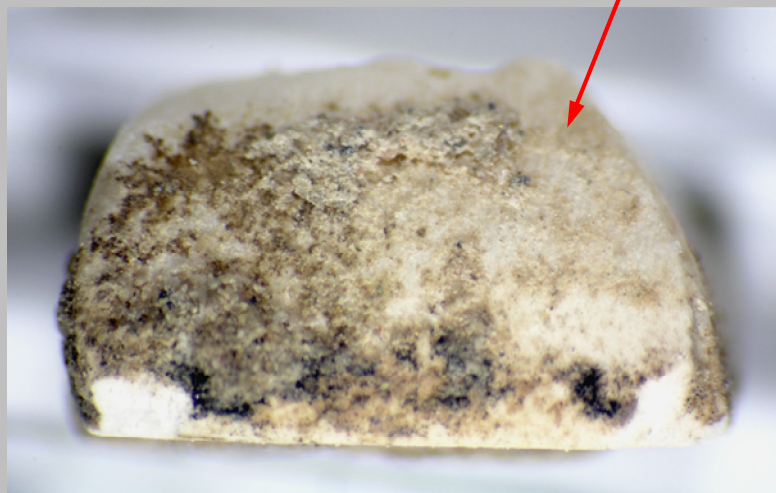




Государственный научно-исследовательский институт реставрации

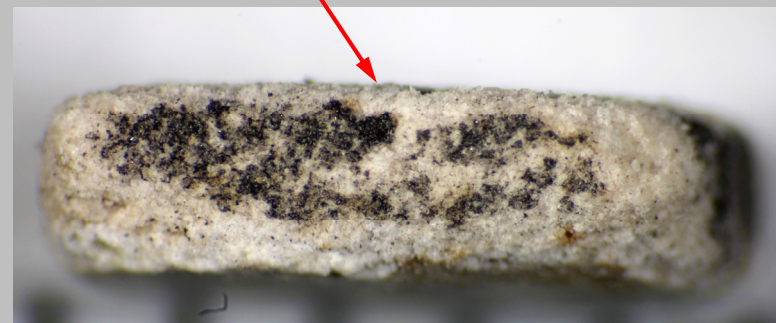


Разделение белых
мозаичных
элементов на две
группы при
внешнем осмотре



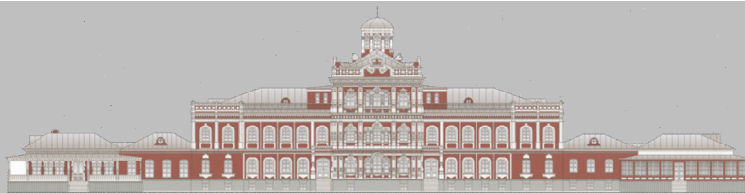
I группа:

5-6 мм в длину и ширину, высотой 2,5 мм

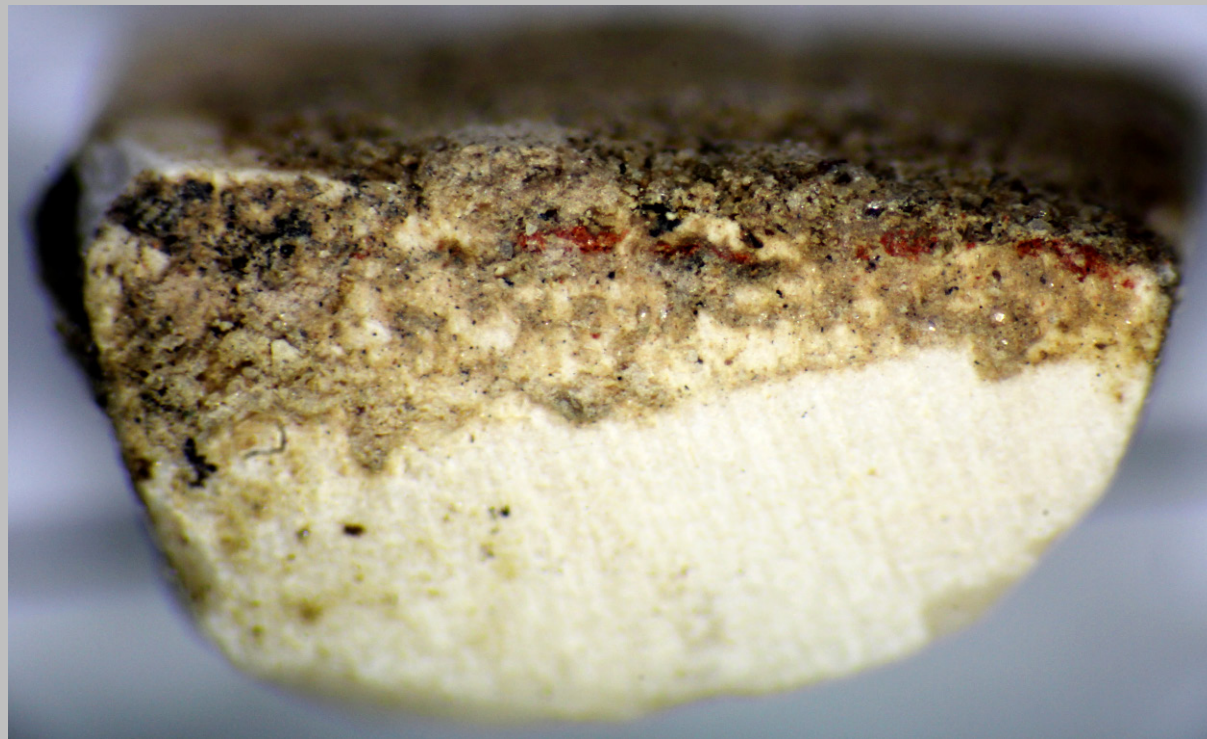
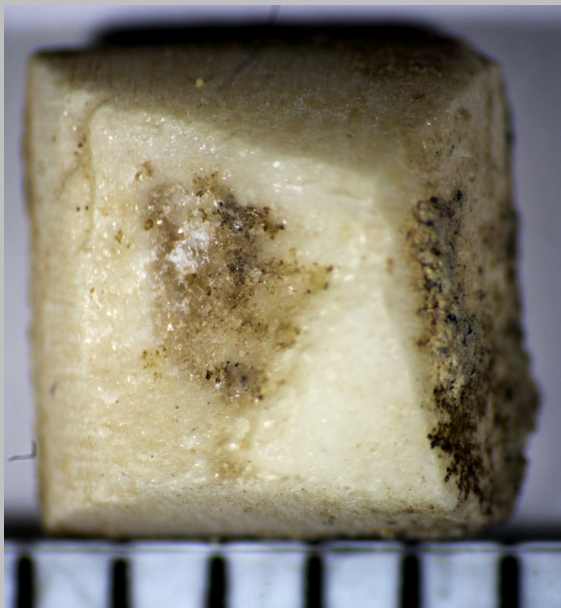


II группа:

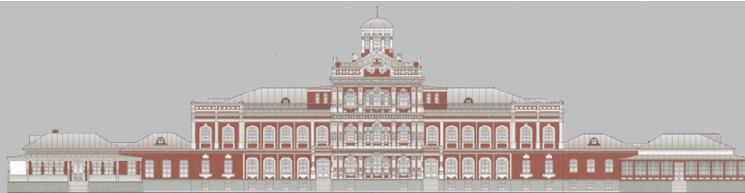
5-6 мм в длину и ширину, высотой 1,25 мм



Государственный научно-исследовательский институт реставрации



Фотографии боковых поверхностей
мозаичного элемента I группы

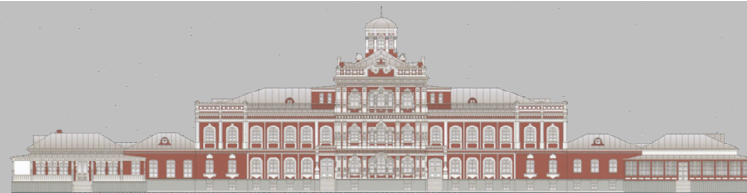


Государственный научно-исследовательский институт реставрации



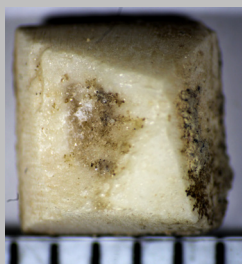
Фотографии боковой (сверху)
и лицевой поверхностей
мозаичного элемента II группы



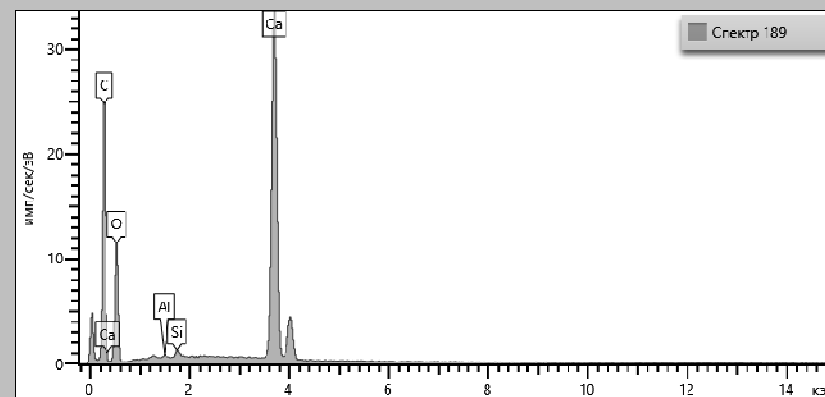


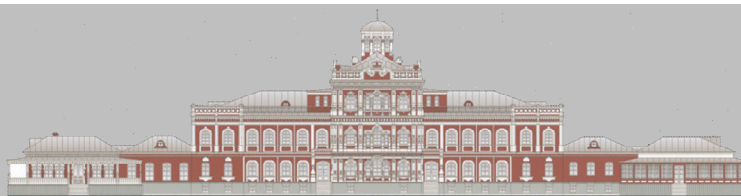
Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Микрорентгеноспектральный анализ



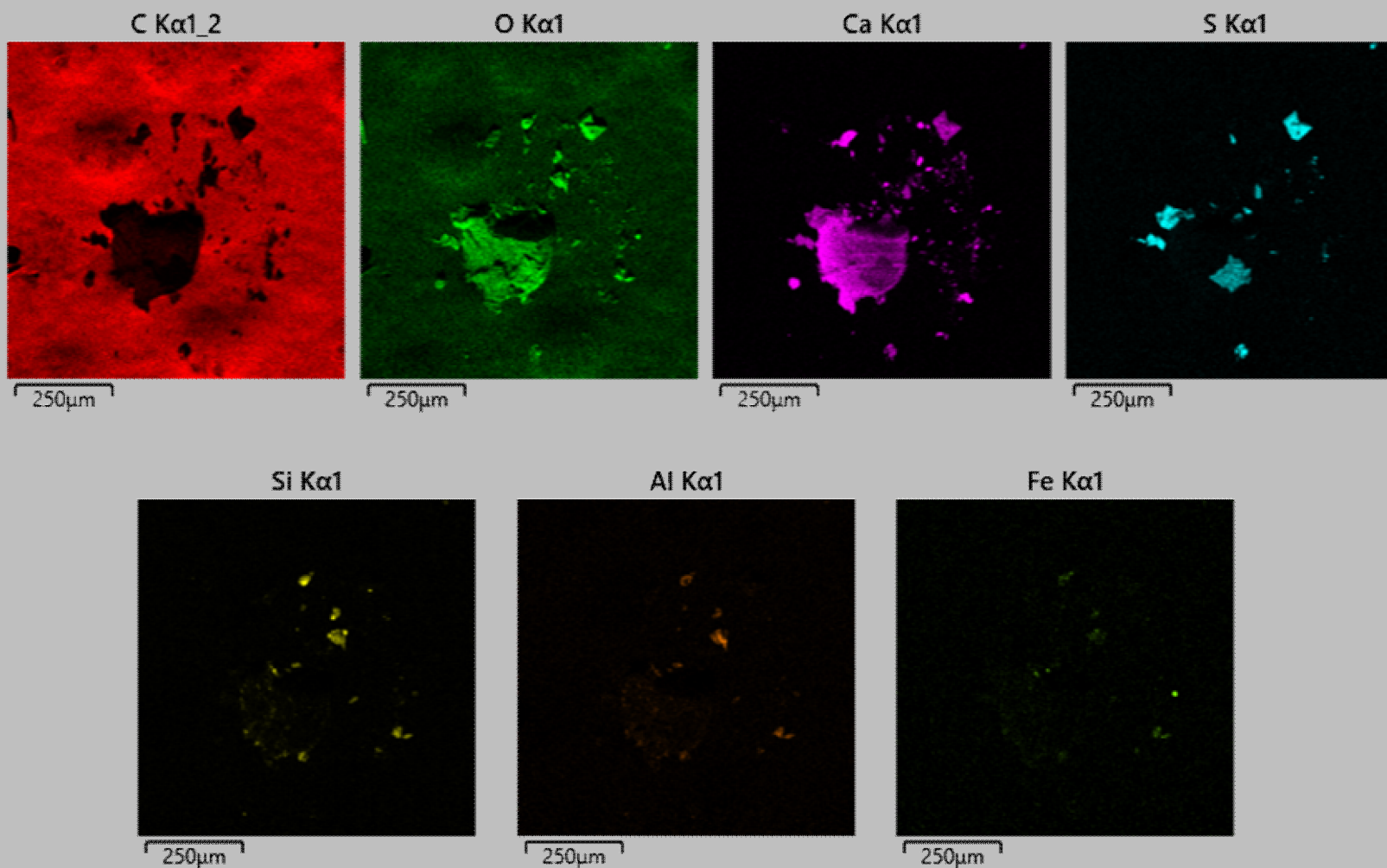
РЭМ-изображение пробы
мозаичного элемента I группы
в режиме отраженных
электронов и суммарный
спектр пробы





Государственный научно-исследовательский институт реставрации

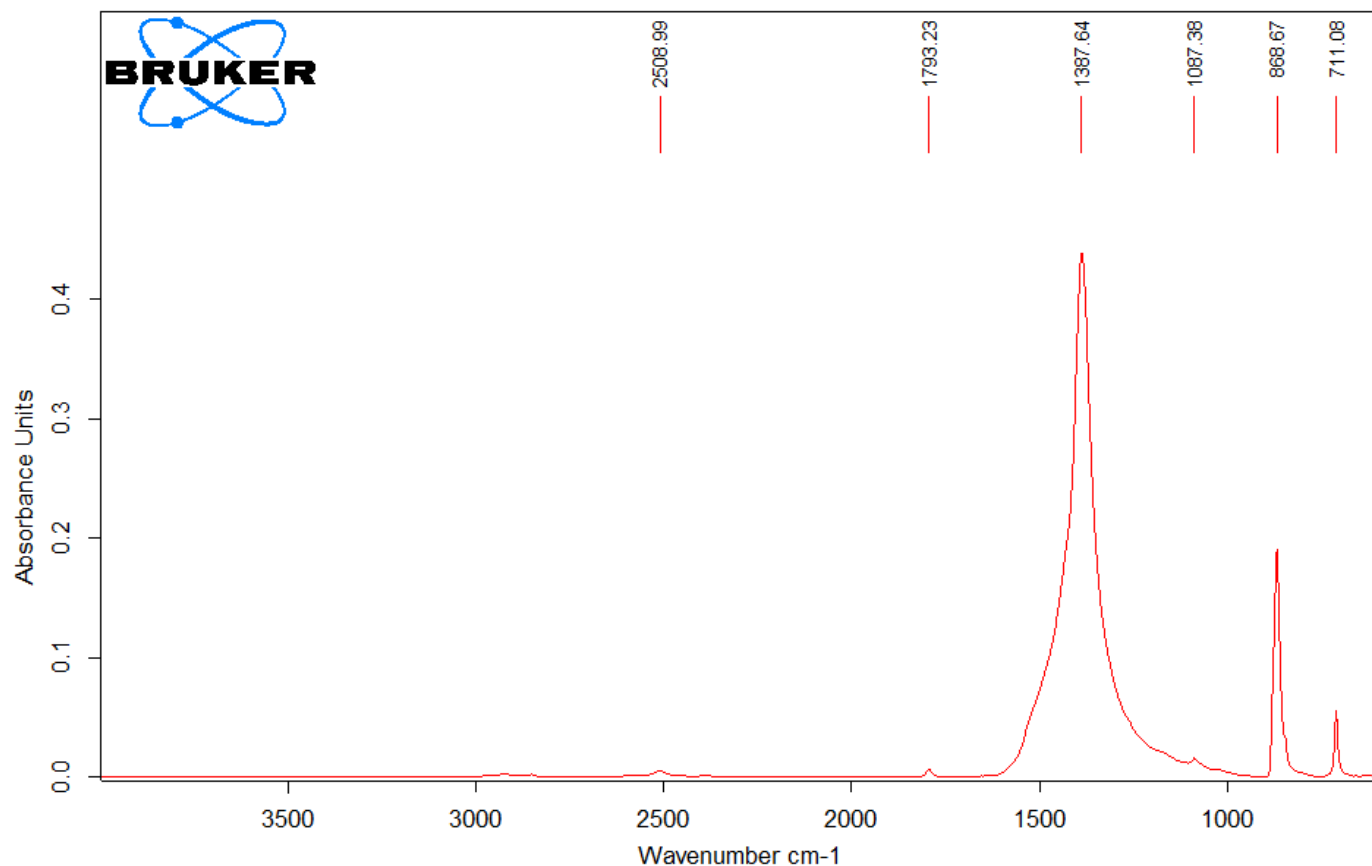
Элементное картирование пробы образца из I группы





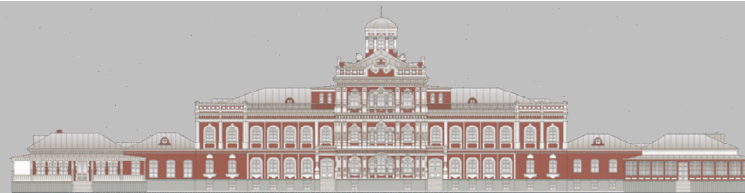
Государственный научно-исследовательский институт реставрации

ИК- микроспектроскопия



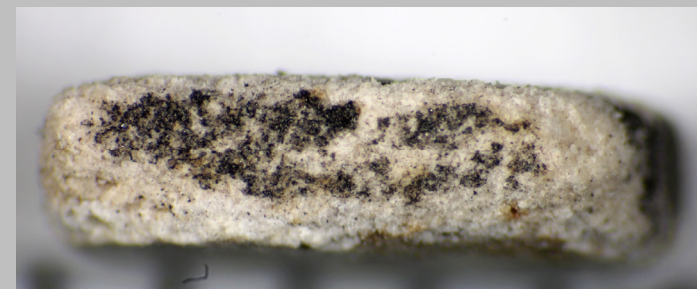
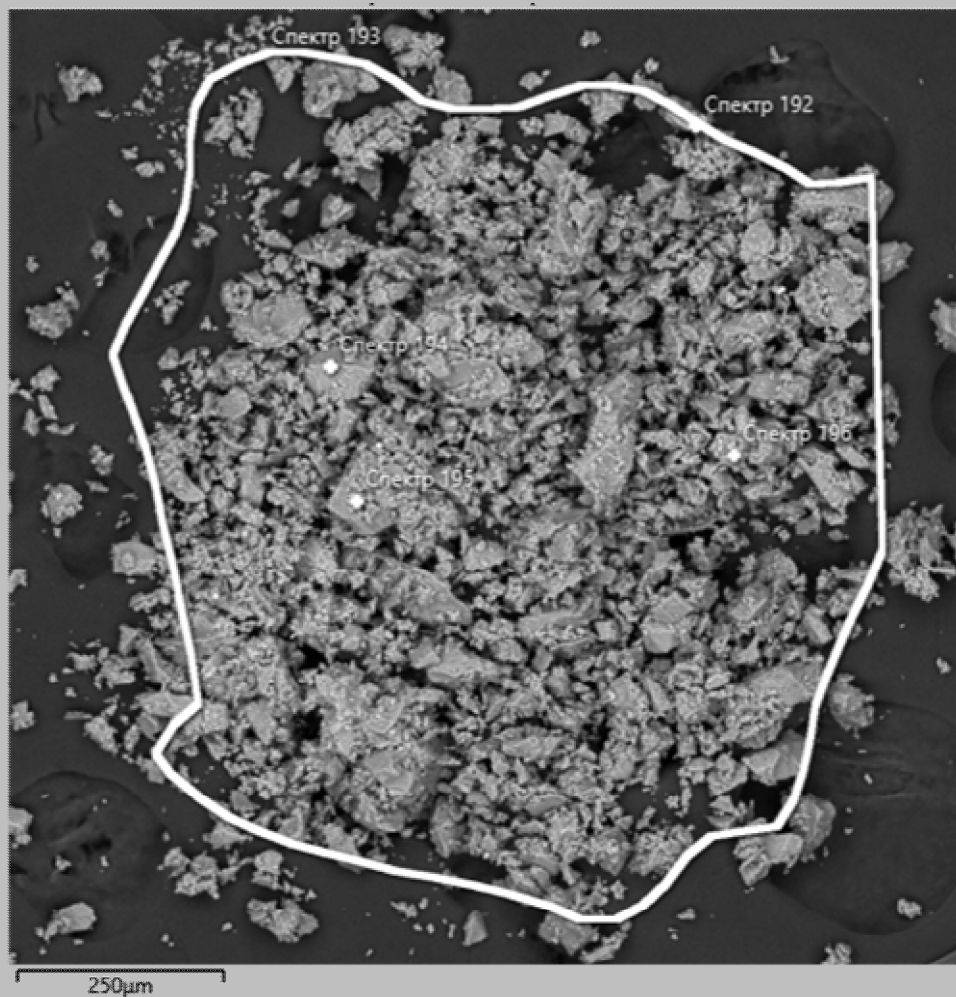
В ИК-спектре
образца
присутствуют
интенсивные
полосы
поглощения
кальцита: 2509,
1793, 1388, 869
и 711 cm^{-1}

ИК-спектр пробы мозаичного элемента I группы

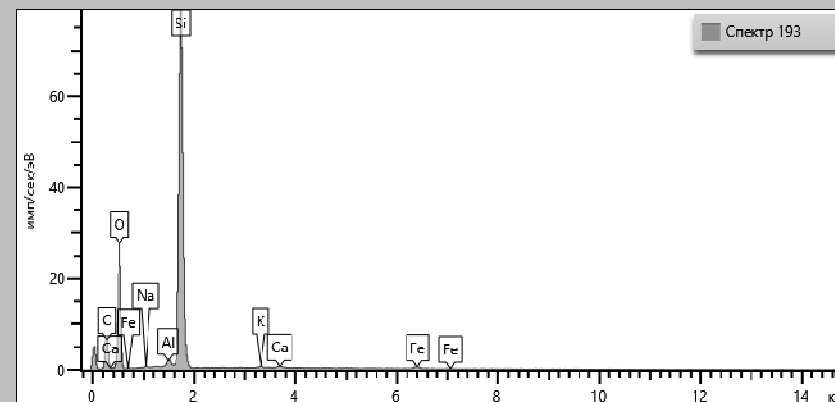


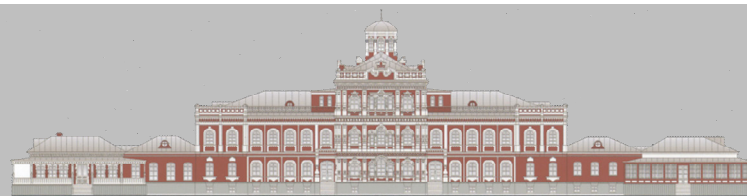
Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Микрорентгеноспектральный анализ



РЭМ-изображение мозаичного элемента
II группы в режиме отраженных
электронов и суммарный спектр пробы

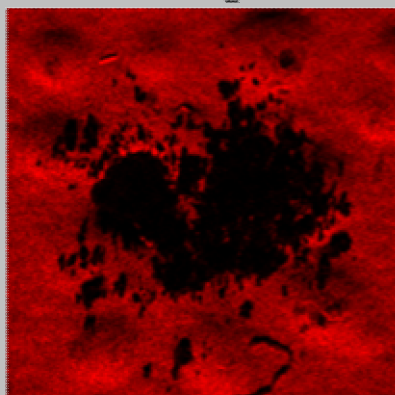




Государственный научно-исследовательский институт реставрации

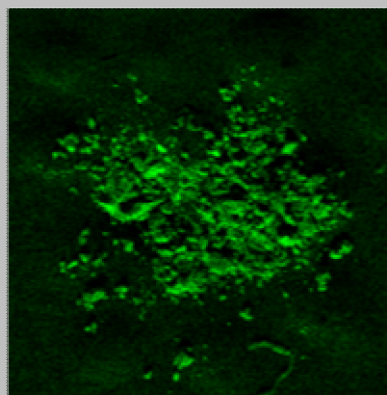
Элементное картирование пробы образца из II группы

C K α 1_2



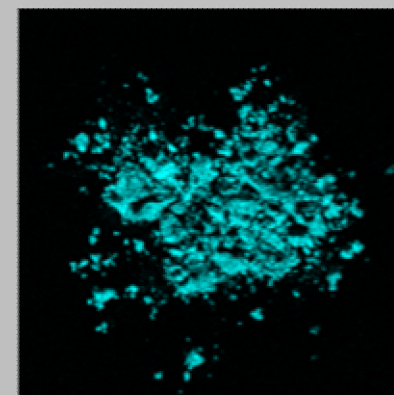
250μm

O K α 1



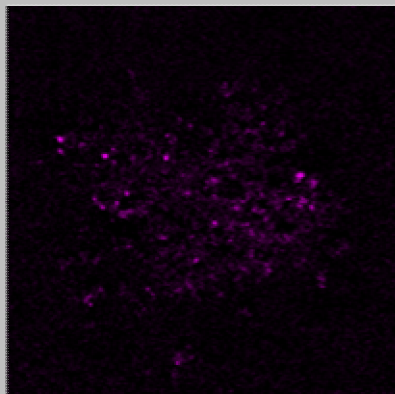
250μm

Si K α 1



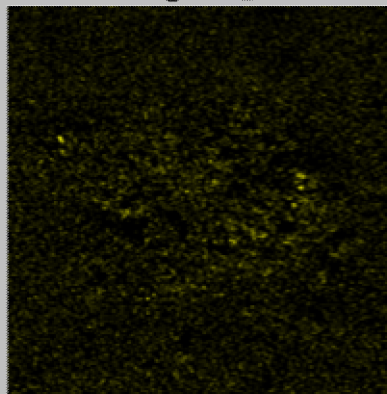
250μm

Al K α 1



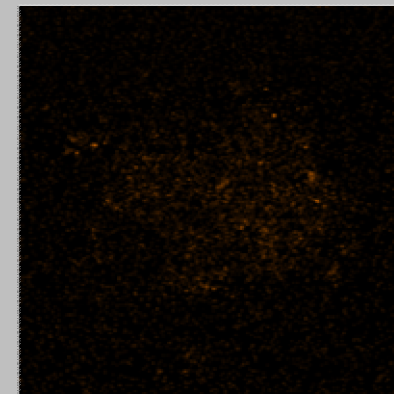
250μm

Mg K α 1_2

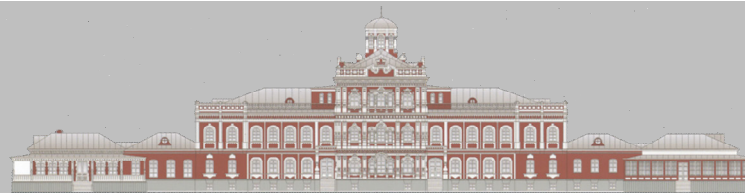


250μm

Fe K α 1

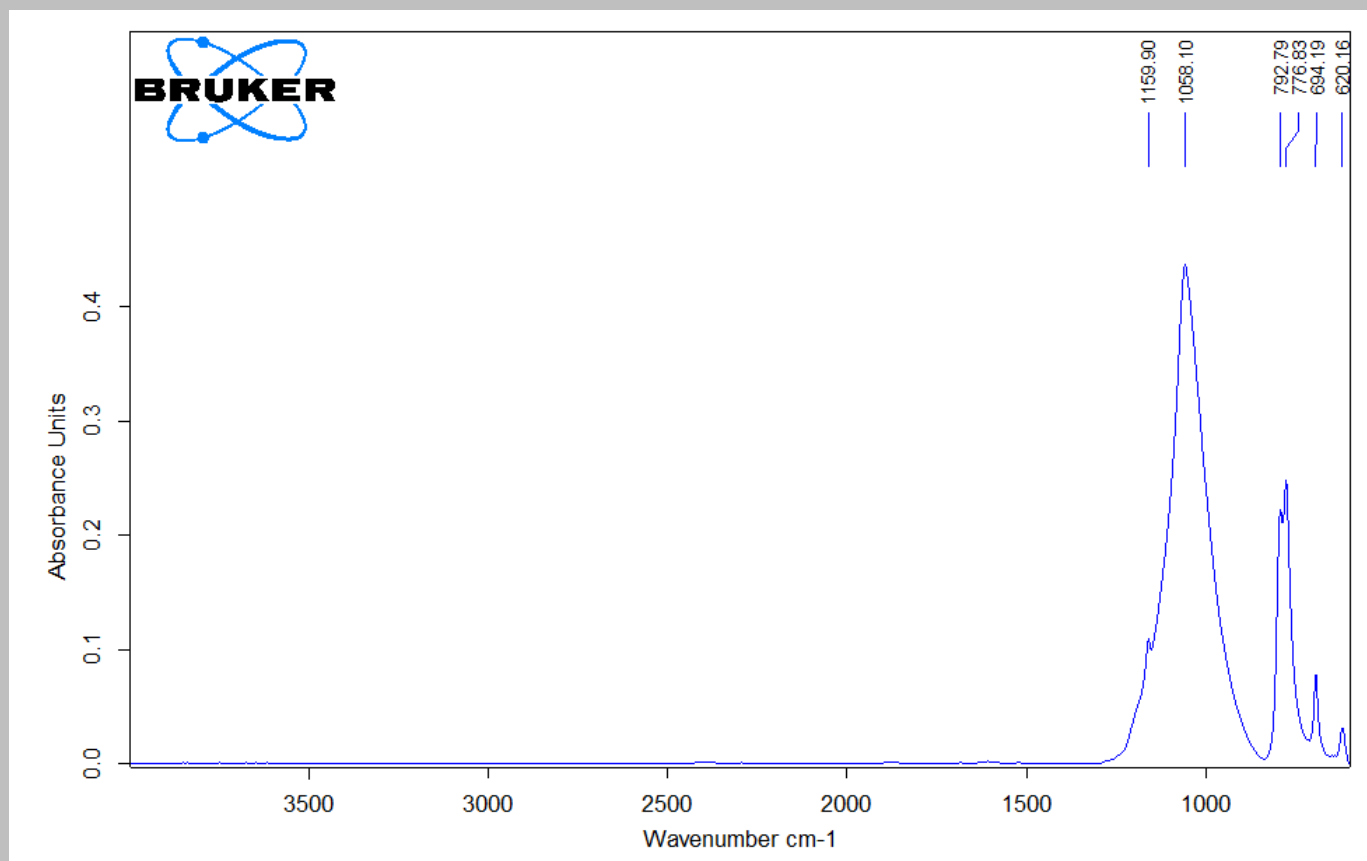


250μm



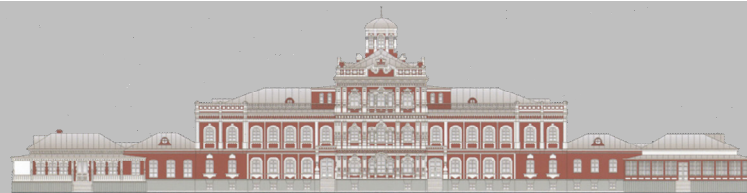
Государственный научно-исследовательский институт реставрации

ИК- микроспектроскопия



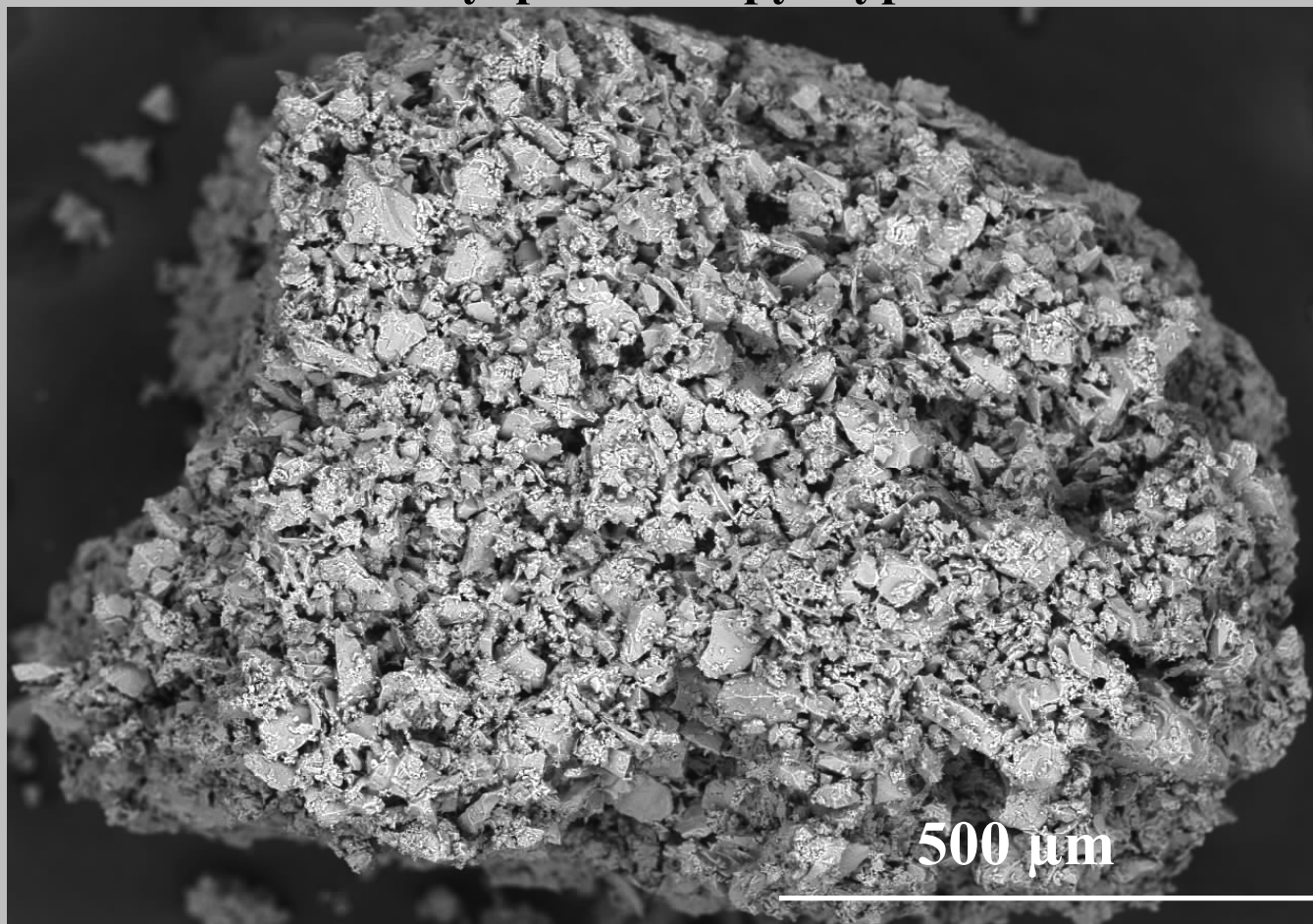
В ИК-спектре
образца
присутствуют
интенсивные
полосы
поглощения
кварца: 1160,
1058, 793, 777,
694 и 620 cm^{-1}

ИК-спектр пробы мозаичного элемента II группы



Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Исследование внутренней структуры мозаичных элементов II группы

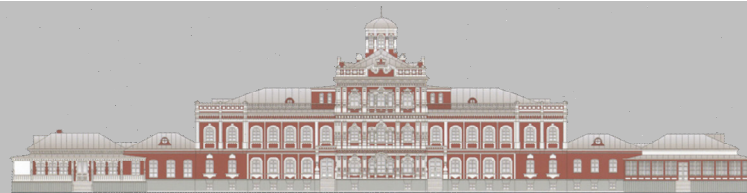


верхняя часть скола

центральная часть
скола

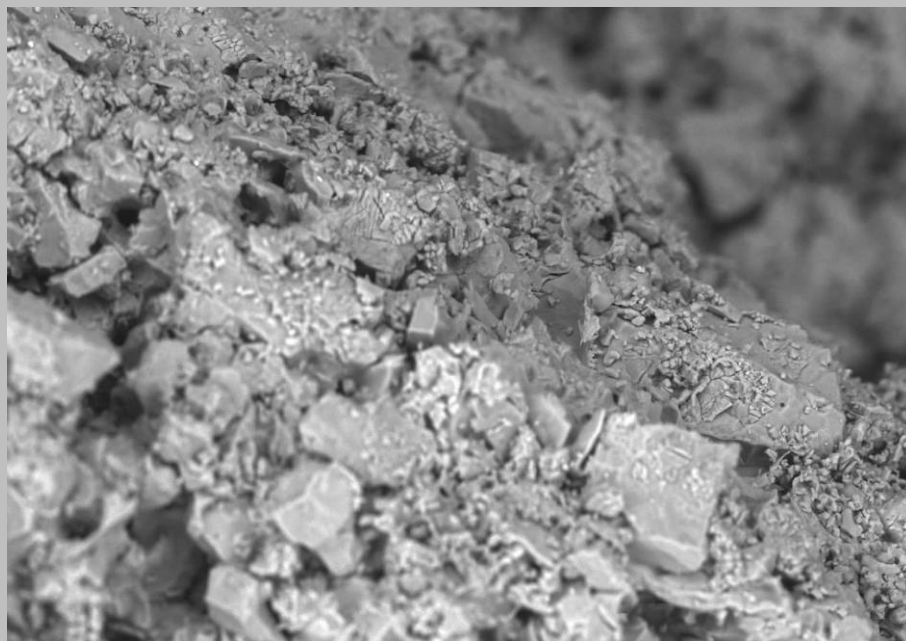
нижняя часть скола

РЭМ-изображение внутренней структуры скола мозаичного элемента II группы в режиме отраженных электронов

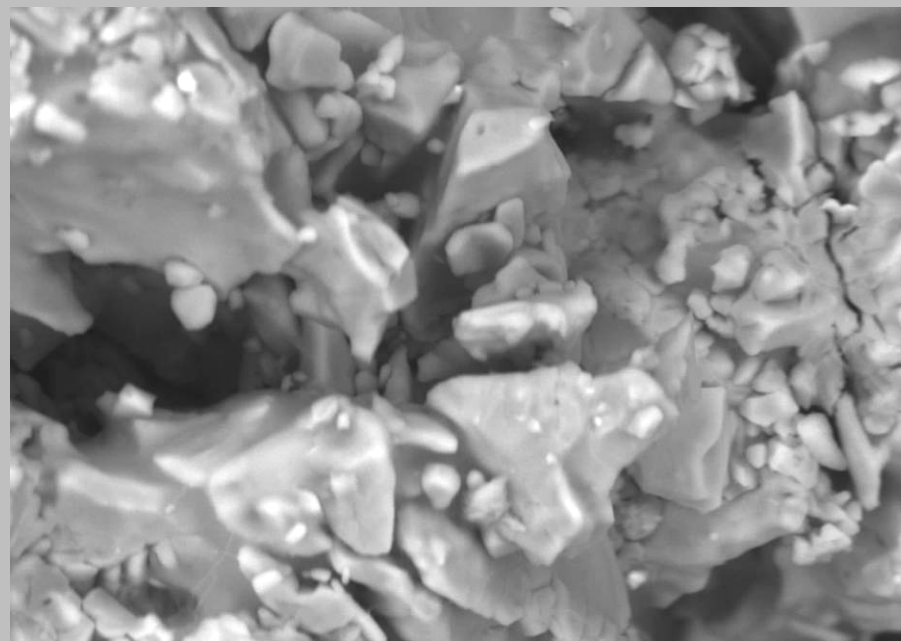


Государственный научно-исследовательский институт реставрации

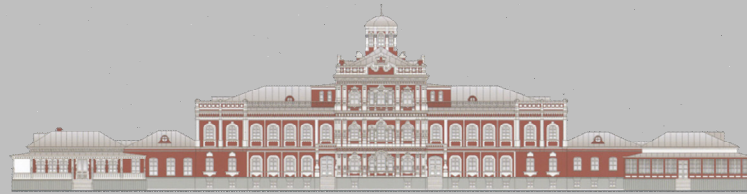
РЭМ-изображения **верхней** части скола мозаичного элемента II группы в режиме отраженных электронов



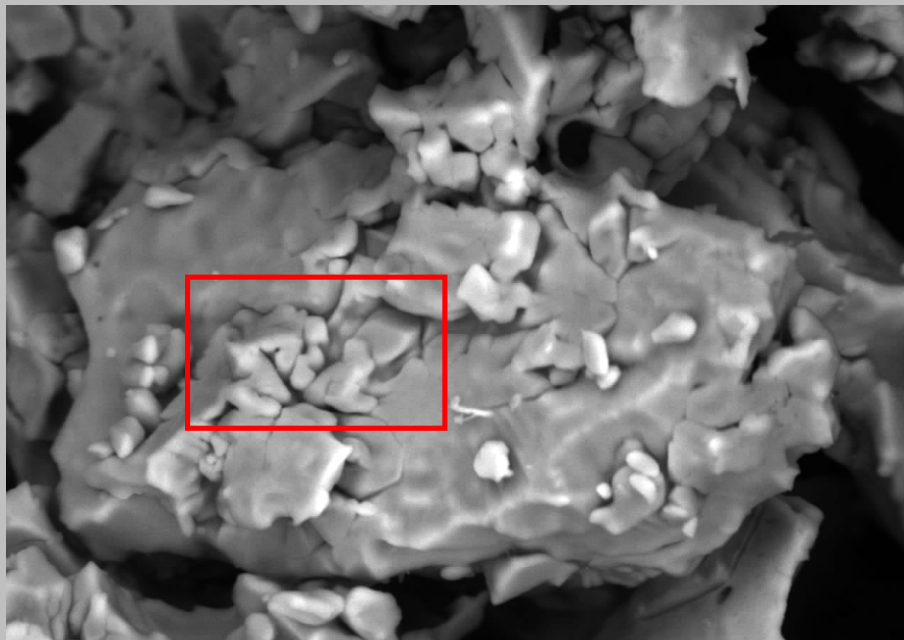
100 μm



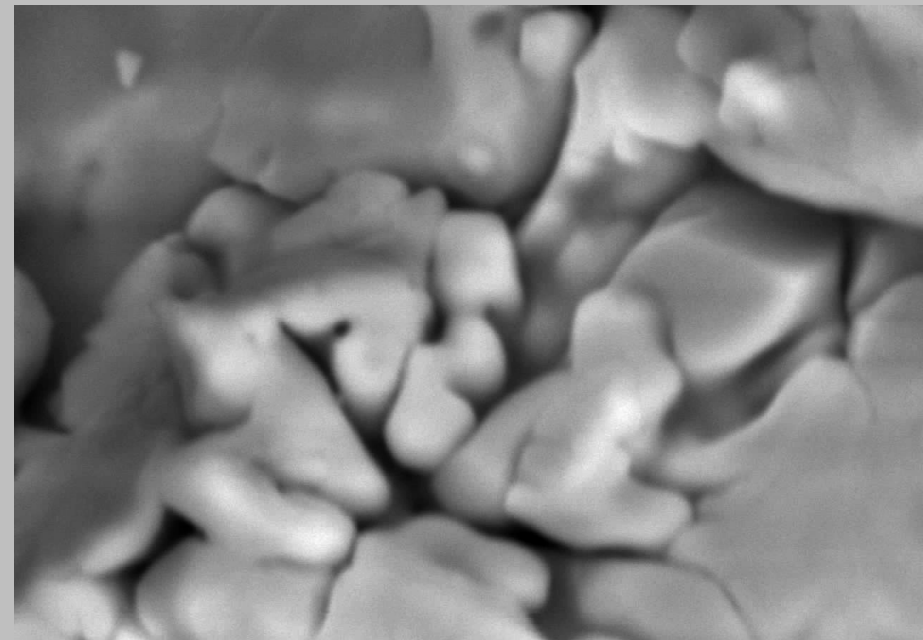
20 μm



Государственный научно-исследовательский институт реставрации

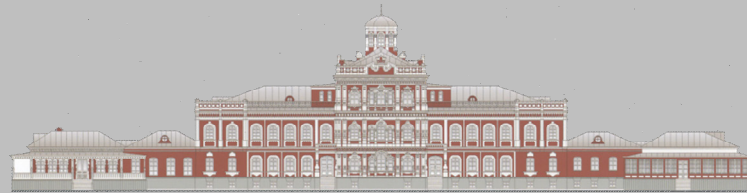


20 μm



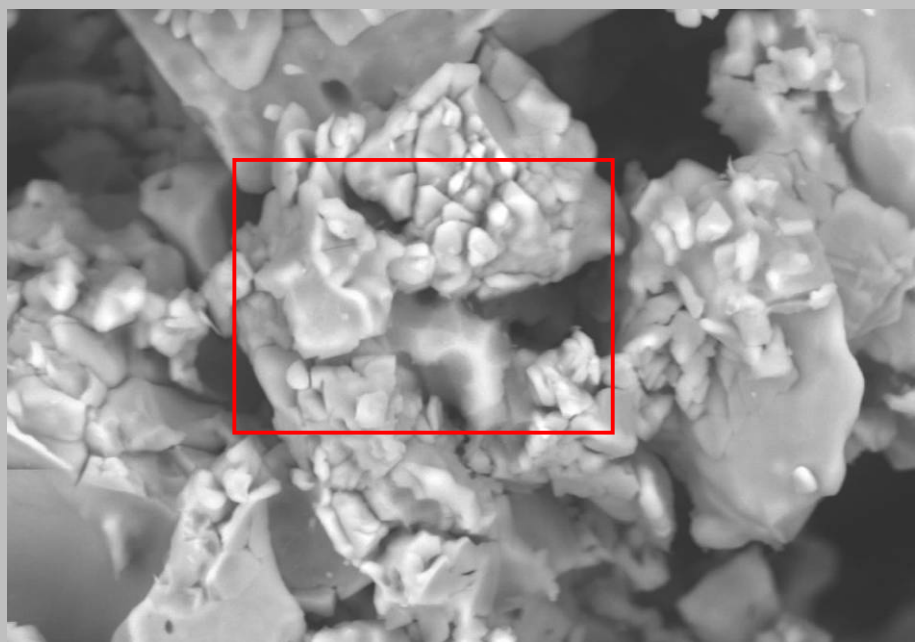
5 μm

РЭМ-изображения **центральной** части скола мозаичного элемента
II группы в режиме отраженных электронов

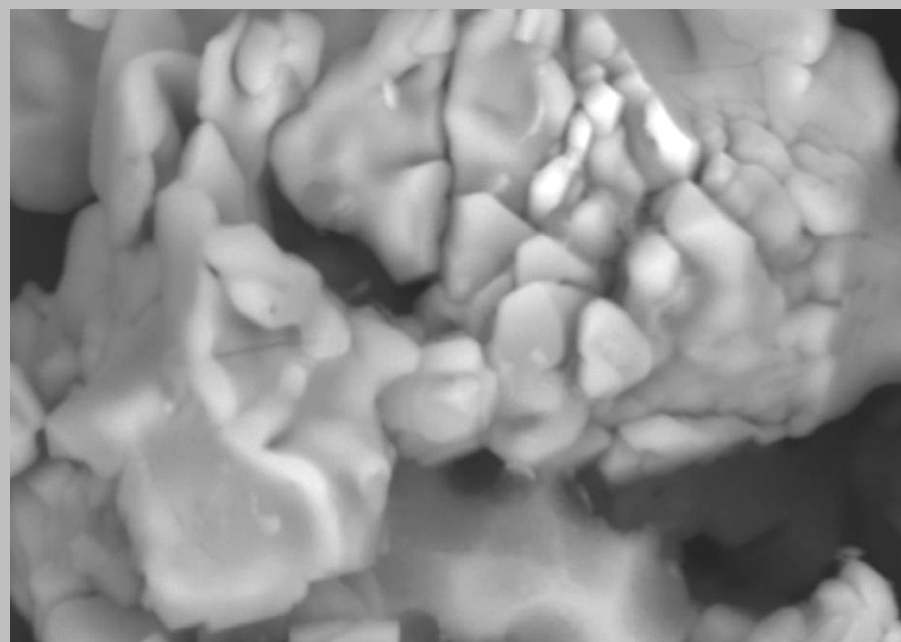


Государственный научно-исследовательский институт реставрации

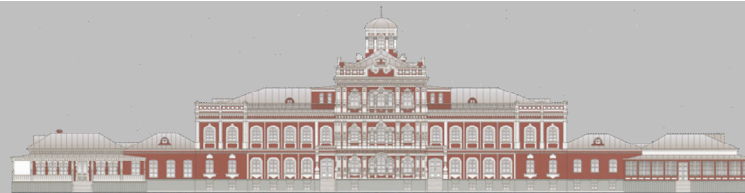
РЭМ-изображения **нижней** части скола мозаичного элемента II группы в режиме отраженных электронов



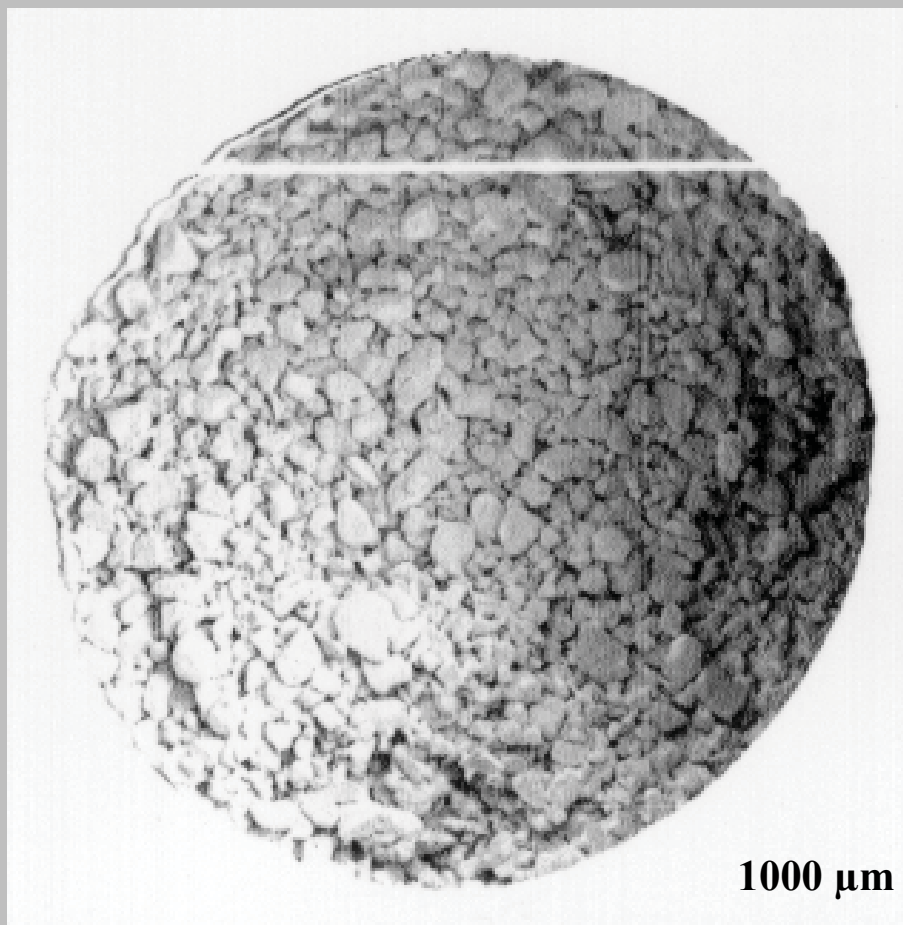
20 μm



10 μm



Государственный научно-исследовательский институт реставрации

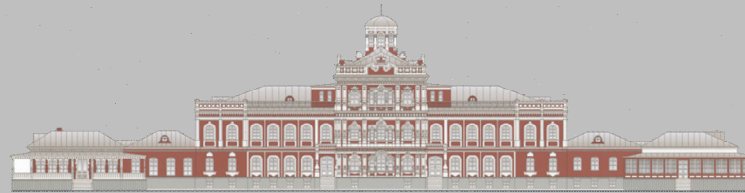


Пример спекания в графитовом тигле в камере РЭМ под вакуумом ($P = 10^{-4}$ бар) при температуре $T = 1200^{\circ}\text{C}$ кварцевого песка из Омана

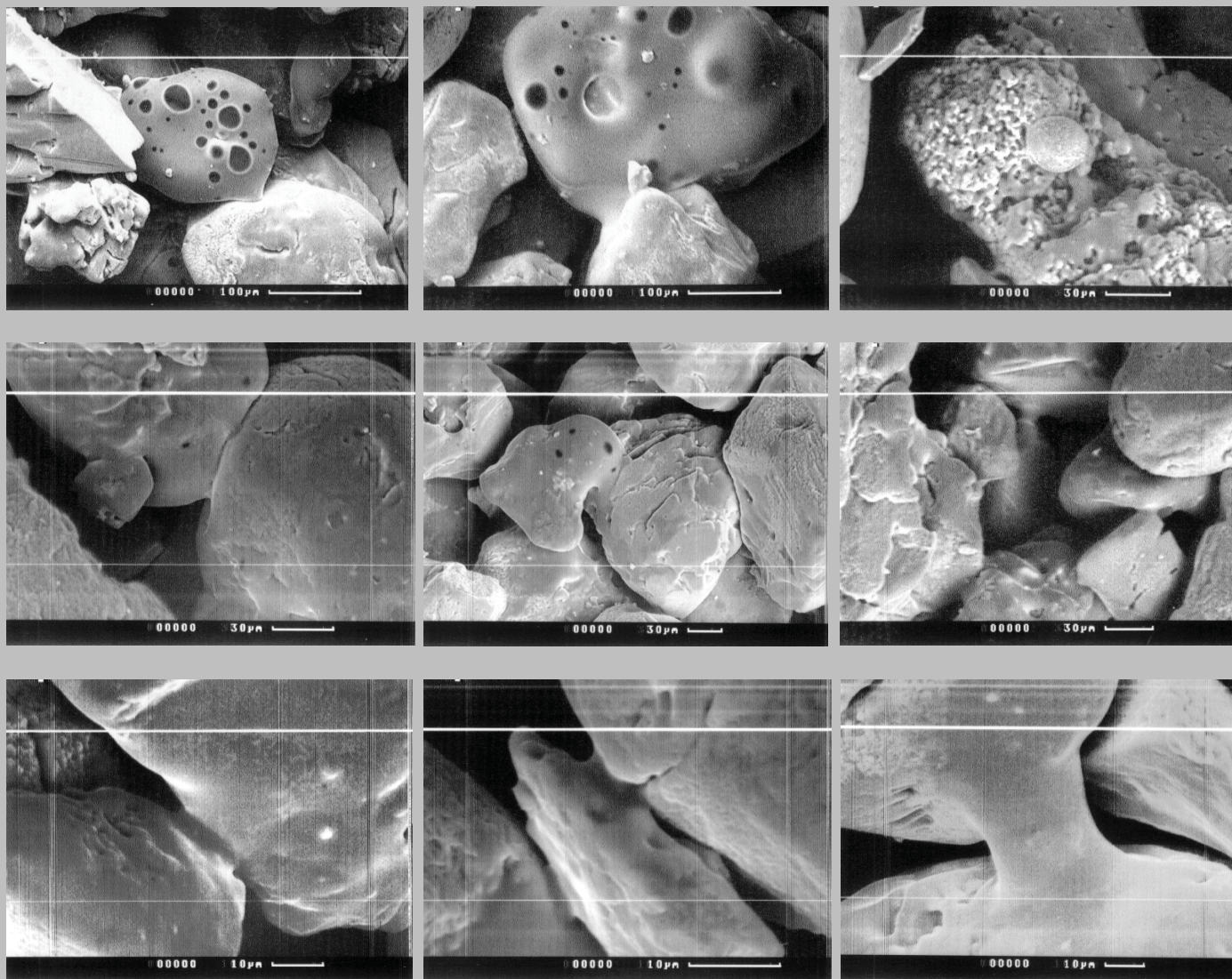
Время плавления составило около **2,5 ч.**

Вид песка в печи через отверстие в тигле

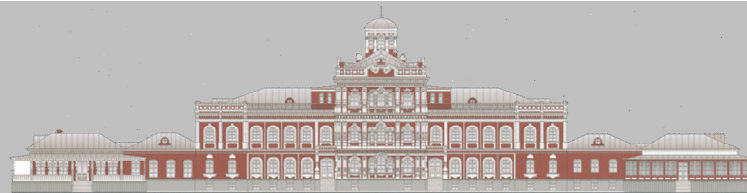
Yuryev V.A., Yasamanov N.A. Exploration of quartzite and silica-sand samples from the Sultanate of Oman. Preliminary analysis of quartzite and silica-sand samples // Preliminary Report No. 1. Preliminary analysis of quartzite and silica-sand samples. M.: General Physics Institute RAS, 1997.



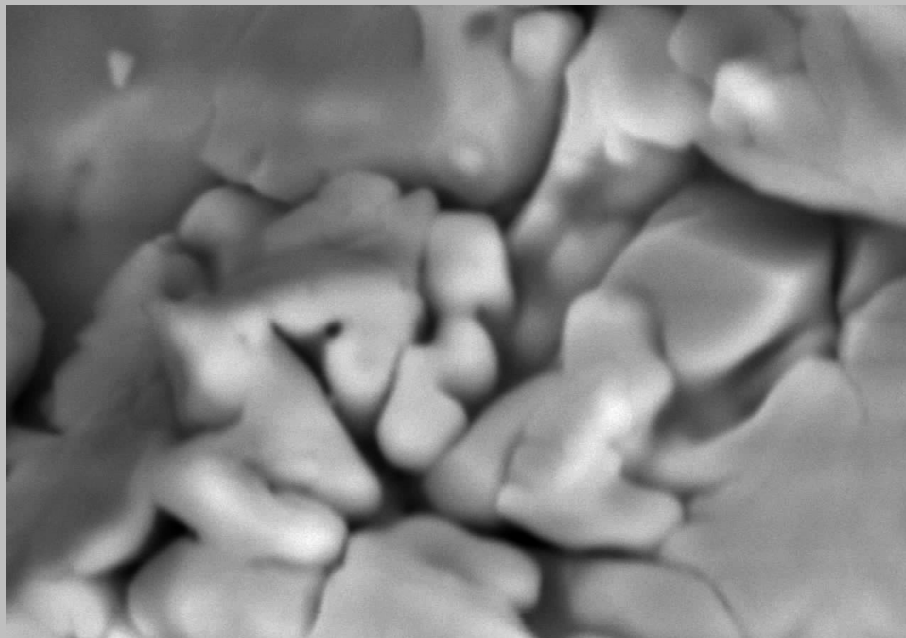
Государственный научно-исследовательский институт реставрации



РЭМ-изображения в режиме вторичных электронов процесса плавления кварцевого песка при температуре 1200°C. Снимки получены непосредственно в печи в процессе плавления.

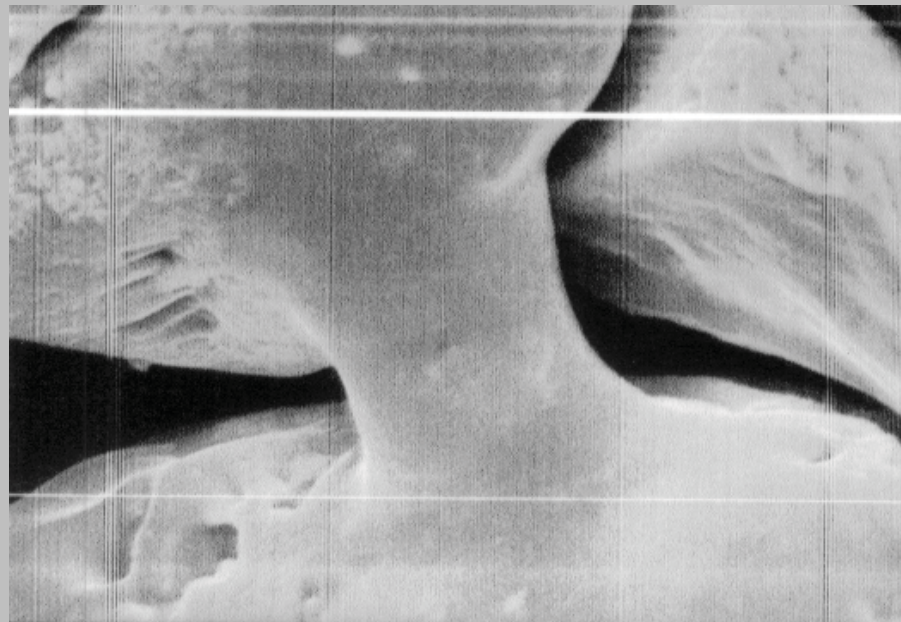


Государственный научно-исследовательский институт реставрации



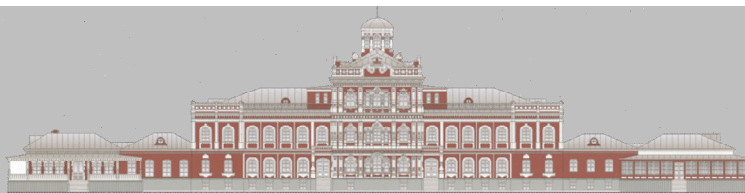
5 μm

РЭМ-изображение центральной части
скола мозаичного элемента II группы в
режиме отраженных электронов



10 μm

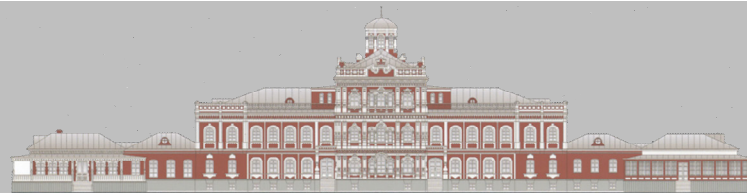
РЭМ-изображение последней стадии
сплавления оманского кварцевого песка
в режиме вторичных электронов



Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Выводы:

- Мозаичные вставки белого цвета имеют разную толщину, состав и структуру;
- Основным компонентом мозаичных элементов I группы является кальцит, II группы - кварц;
- При изготовлении мозаичных элементов I группы, скорее всего, применялась механическая обработка;
- Мозаичные элементы II группы предположительно изготавливались спеканием кварцевого песка при температуре около 1200°C;
- Песчинки кварца мозаичных вставок II группы имеют не окатанные, а, напротив, остроугольные (угловатые) формы, что указывает на использование не речного и морского, а горного песка.

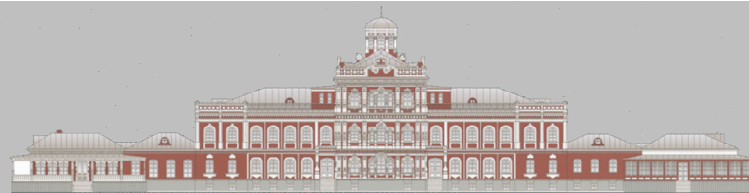


Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Благодарности

Выражаем огромную благодарность
ведущему эксперту-криминалисту Министерства юстиции РФ
И. Б. Афанасьеву за микрорентгеноспектральный анализ отдельных
образцов.

Грант РФФИ № 18-09-40082



Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Спасибо за внимание!