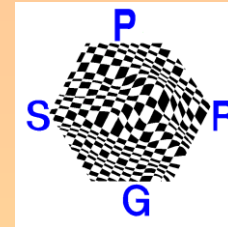


# Микроструктура и состав глазурного слоя изразцов XVIII века



Вахрушев В.О.<sup>1</sup>, Вайнштейн Д.Л.<sup>1</sup>, Волков А.И.<sup>1</sup>,  
Ковалев А.И.<sup>1</sup>, Коновалов Е.П.<sup>1</sup>, Кологриева У.А.<sup>1</sup>,  
Мухсинова А.Д.<sup>1,2</sup>, Шлыкова Т.В.<sup>1,3</sup>

1 - ООО НТВП "Поверхность", Москва, Россия

2 - РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

3 - Санкт-Петербургский государственный институт культуры, Санкт-Петербург, Россия

**E-mail:** [d\\_wainstein@sprg.ru](mailto:d_wainstein@sprg.ru)

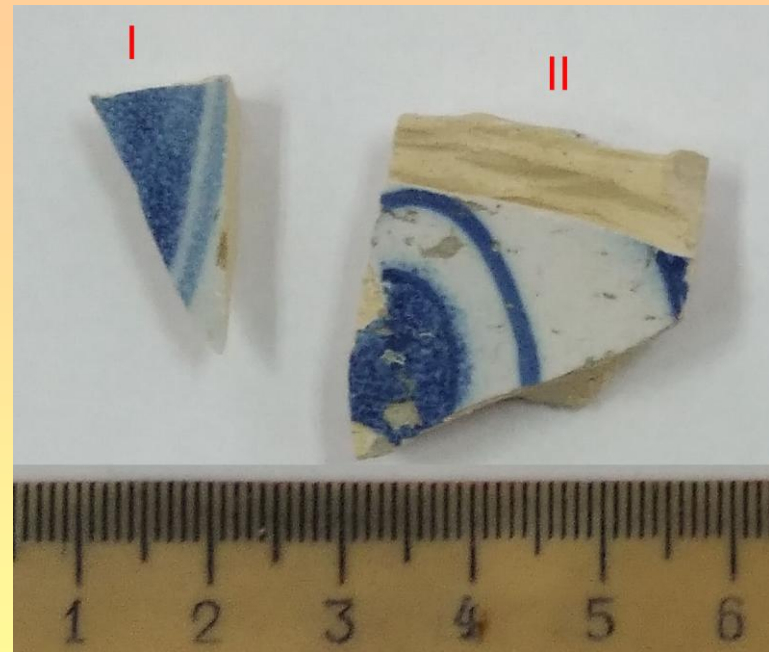
# Цели работы

1. Определение особенностей состава глазурного слоя изразцов для подбора материалов для реставрации
2. Проверка атрибуции места и времени изготовления, проведённой искусствоведческими методами

# Образцы



Изразцы, переданные на реставрацию



Исследованные фрагменты

# Методы исследования

Анализ обобщённого элементного состава глазурного слоя выполняли методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии (РФС) с использованием спектрометра AXIOSmax Advanced (PANalytical, Нидерланды).

Лаборатория электронной спектроскопии ESCALAB Mk2 (VG, Англия). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS): немонохроматизированный источник Al  $K_{\alpha}$ ,  $h\nu = 1486.6$  эВ,  $\varnothing 12$  мм,  $FWHM_{Au\ 4f\ 7/2} = 0.9$  эВ;

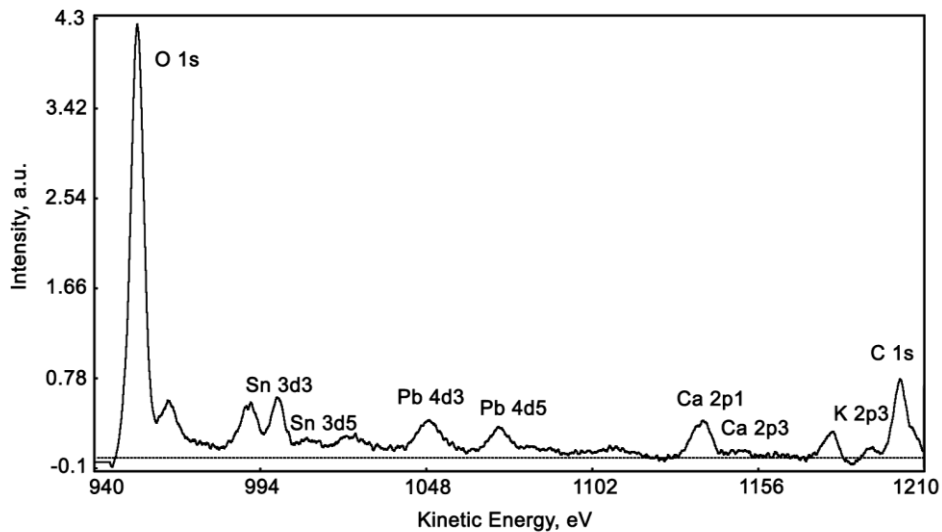
Времяпролётный масс-спектрометр TOF-SIMS5-100 (IONTOF, Германия): Источники ионов: Bi, Cs, N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>. Пространственное разрешение до 25 нм, разрешение по глубине 1 нм.

# Обобщённый состав поверхности со стороны глазури, %вес.

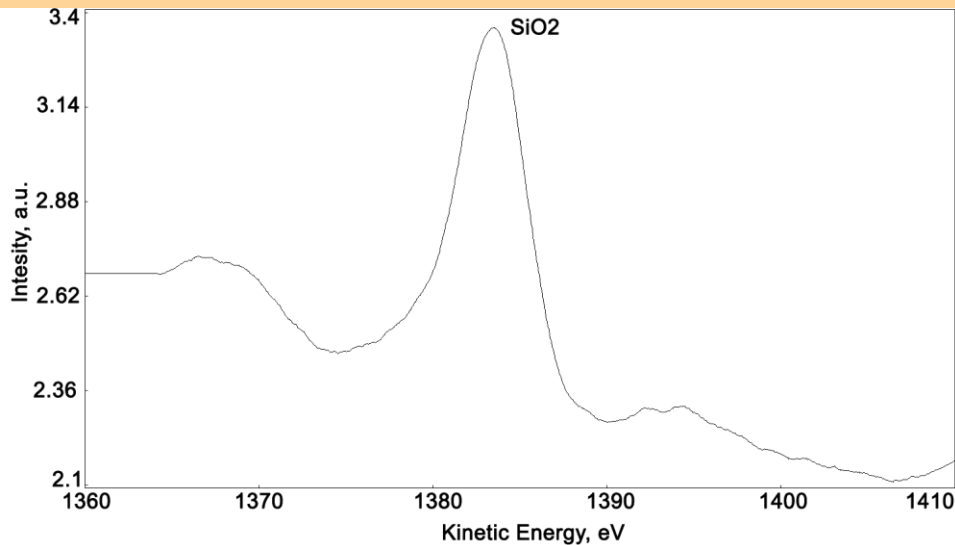
Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	NiO
1.80	1.58	3.15	54.1	4.77	4.75	0.12	0.05	1.20	0.25	0.11
CuO	SnO <sub>2</sub>	PbO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	HgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	SrO	
0.03	7.53	19.3	0.43	0.46	0.25	0.02	0.01	0.01	0.06	

Необходимо принять во внимание, что РФС характеризуется глубиной анализа керамических материалов до 3 мм, и представленный состав частично относится к керамической основе.

# РФЭ спектры в области характеристических линий Sn, Pb, Ca, K (а), Si (б)



а

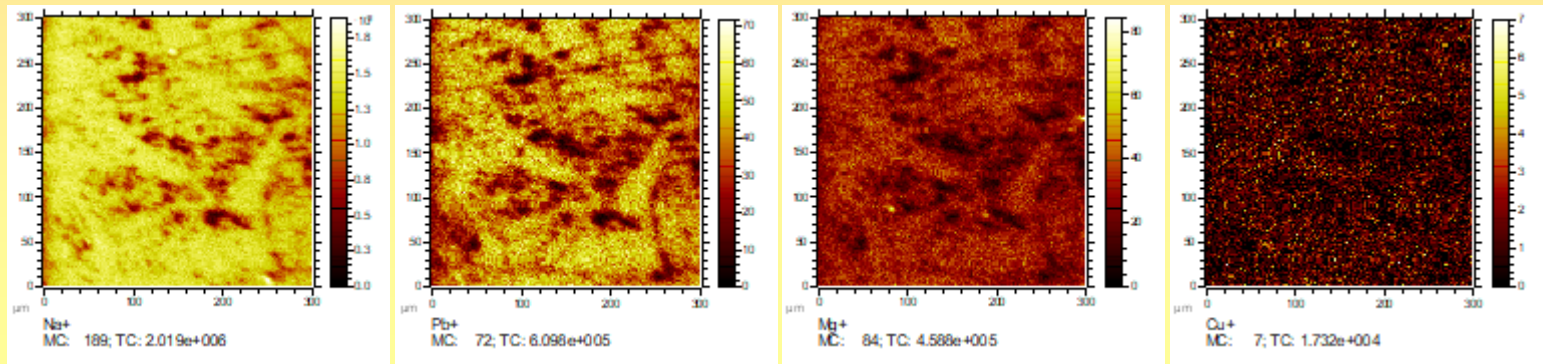
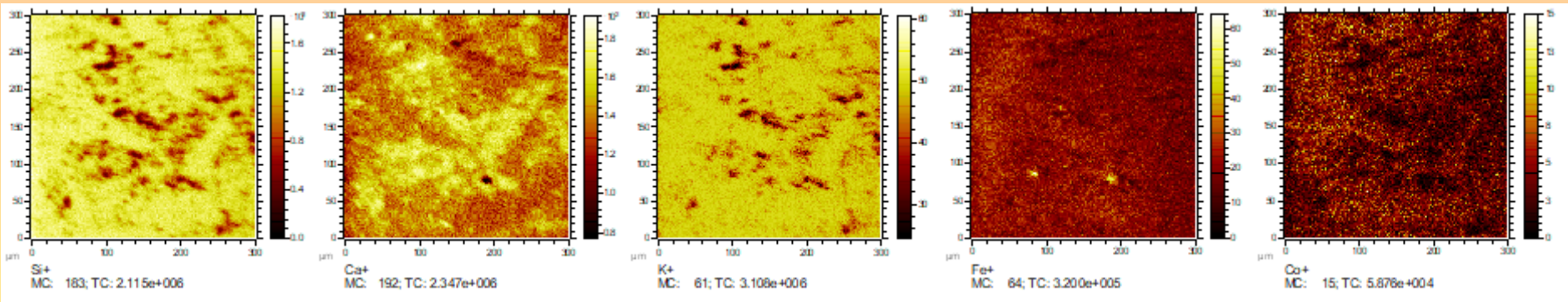


б

# Содержание химических элементов на поверхности глазури, %ат.

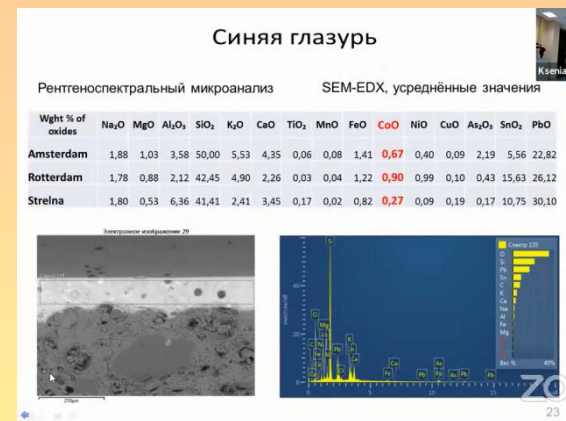
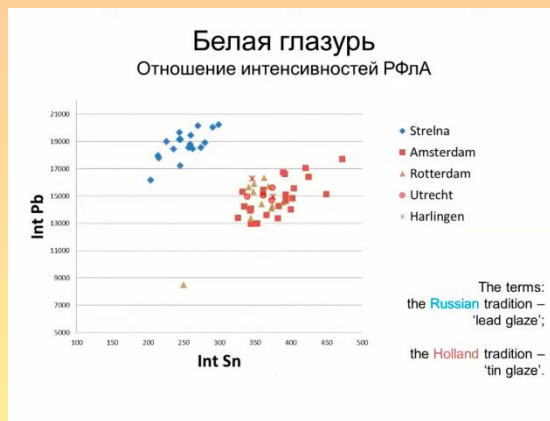
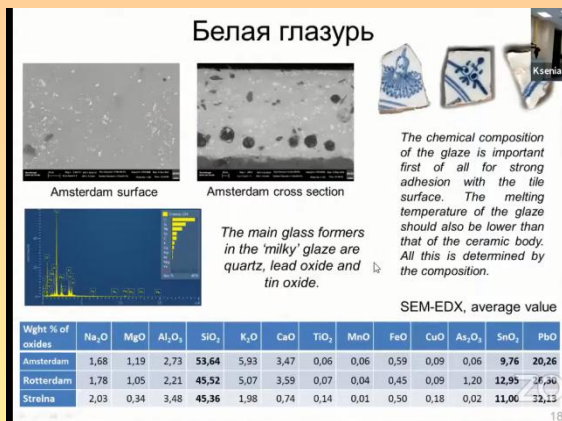
Эл-т	Sn 3d3	Pb 4d3	Ca 2p1	K 2p3	Si 2p
%	0.46	0.43	1.53	0.7	96.87

# Распределение по поверхности глазури ионов Si, Ca, K, Fe, Co, Na, Pb, Mg, Cu





# Сравнение результатов с литературными данными и оценка места и времени изготовления



Сопоставление определённого в данной работе обобщенного состава глазури методами РФС и РФЭС, а также локального соотношения элементов, определённого методом ВП МСВИ, и данных, приведённых в докладе, позволяет подтвердить гипотезу о происхождении и времени изготовления образцов (Голландия, 18 век)

[К. С. Чугунова, И. А. Григорьева, Р. Р. Реброва. Голландские плитки: опыт археометрического исследования. Конференция по вопросам реставрации керамики и стекла. День 2. Утренняя секция / Реставрационный центр имени И. Э. Грабаря (электронный ресурс) <https://youtu.be/oRRikSKсуа4?t=4614> (дата обращения 26.03.2021 г.)]

# Выводы

Комплексное применение методов анализа поверхности для исследования исторических керамик позволяет получить информацию об их элементном и фазовом составе, включая содержание малых примесей, которая в совокупности с имеющейся археометрической информацией позволяет достаточно точно привязать исследуемые образцы к месту и времени их производства.

# Благодарности

Работа была проведена при поддержке  
гранта РФФИ № 21-19-00412,  
<https://rscf.ru/project/21-19-00412/>

**Спасибо**

**за внимание**