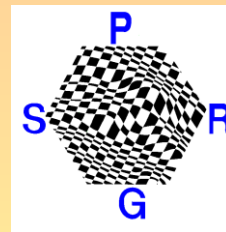


# КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИЧЕСКОЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ НА ПРИМЕРЕ ФРАНЦУЗСКОГО ФАРФОРА И ФАЯНСА XIX В.

Вахрушев В.О.<sup>1, 2</sup>, Вайнштейн Д.Л.<sup>1, 2</sup>, Ковалев А.И.<sup>1, 2</sup>,  
Коновалов Е.П.<sup>1, 2</sup>,  
Шлыкова Т.В.<sup>1, 3</sup>, Кузьмина Э.В.<sup>3</sup>, Дробаха Е.С.<sup>1, 3</sup>



1 - ООО НТВП "Поверхность", Москва, Россия

2 - ГНЦ ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт  
черной металлургии им. И.П. Бардина», г. Москва, Россия

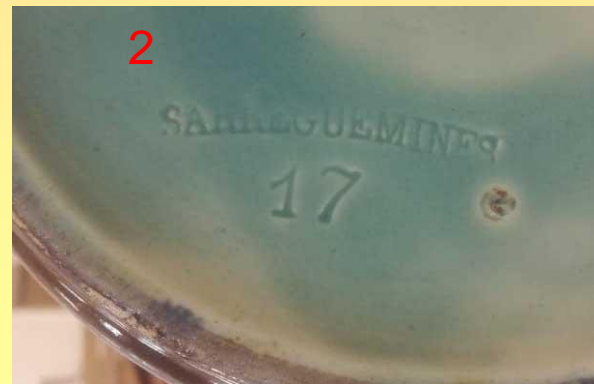
3 - Санкт-Петербургский государственный институт культуры, Санкт-  
Петербург, Россия

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

# Цели работы

1. Изучение возможностей современных методов анализа поверхности для археометрических исследований современных и исторических объектов художественной керамики.
2. Определение особенностей микроструктуры и состава глазурных слоёв и керамической основы различными методами анализа поверхности

# Образцы



Внешний вид исследованных объектов:  
1 — бутылочная передача с клеймом  
Севрской мануфактуры;  
2 — пивной кувшин фабрики Саргемина



Исследованные фрагменты

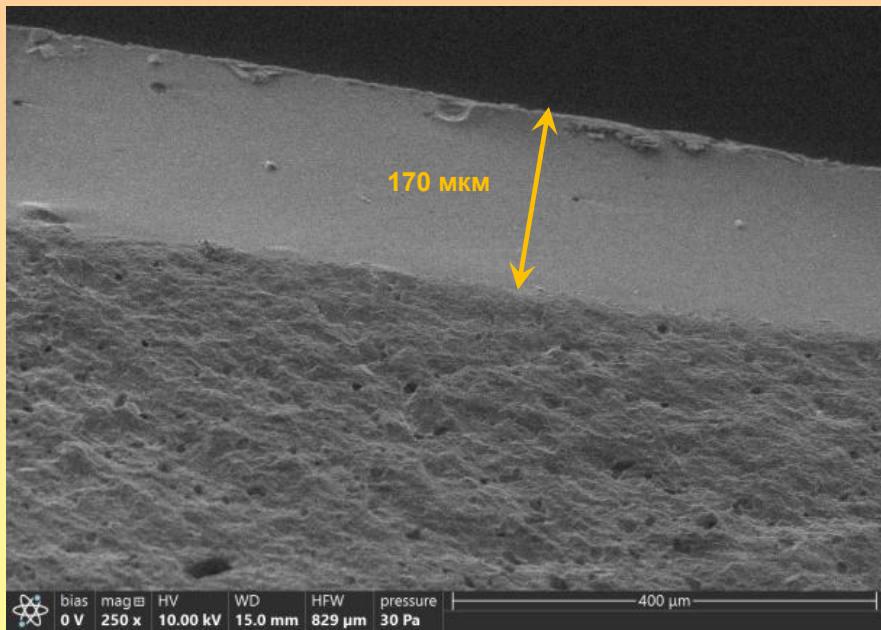
# Методы исследования

Сканирующий электронный микроскоп Prisma E (Thermo Scientific, Чехия)  
– изображение поверхности и рентгеноспектральный микроанализ (PCMA, EMP)

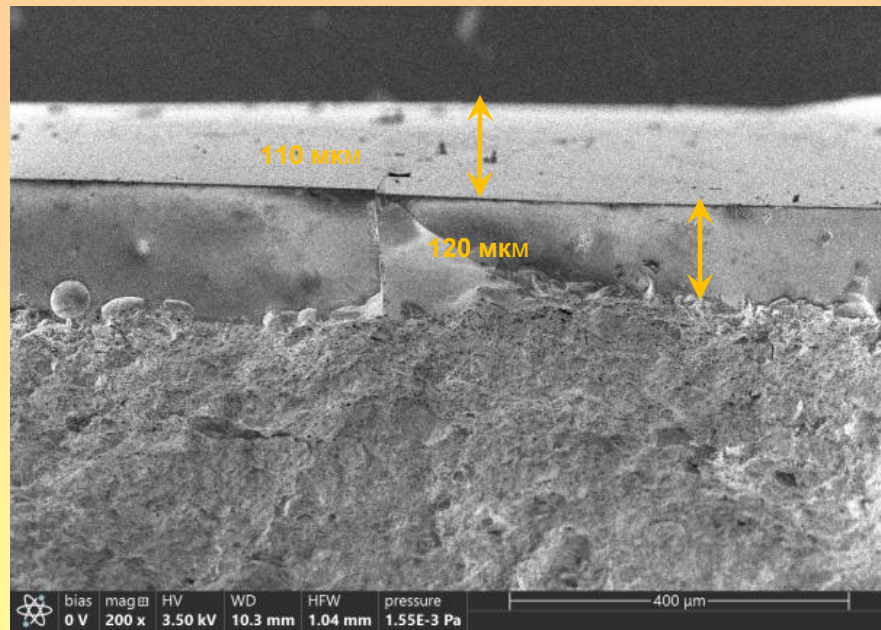
Лаборатория электронной спектроскопии ESCALAB Mk2 (VG, Англия).  
Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS):  
немонохроматизированный источник Al  $K_{\alpha}$ ,  $h\nu = 1486.6$  эВ,  $\varnothing 12$  мм,  
 $\text{FWHM}_{\text{Au } 4f_{7/2}} = 0.9$  эВ;  
Оже-спектроскопия (AES): сканирующий источник электронов LEG200,  
 $\varnothing 200$  нм,  $E = 1,5$  кэВ

Времяпролётный масс-спектрометр TOF-SIMS5-100 (IONTOF, Германия):  
Источники ионов: Bi, Cs,  $\text{N}_2/\text{O}_2$ . Пространственное разрешение до  
25 нм, разрешение по глубине 1 нм.

# Микроструктура изломов



Фарфор бутылочной передачи



Фаянс кувшина

# Состав керамики — бутылочная передача

## Масс-спектроскопия

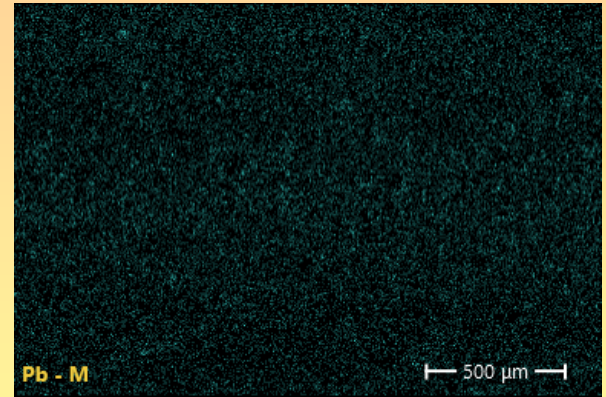
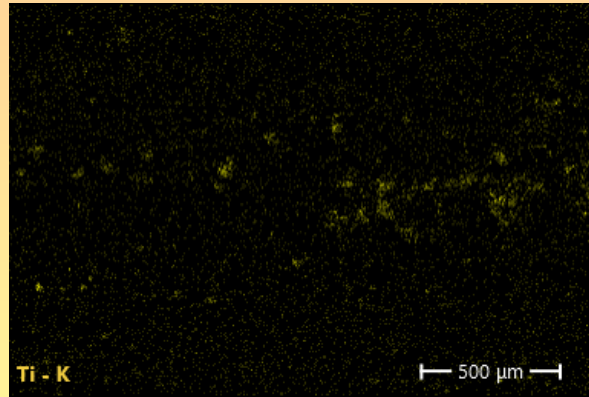
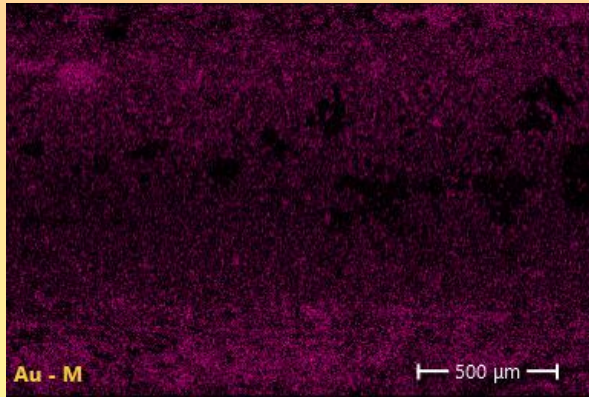


Element	A1 основа Norm.intens	conc, %
H	1.10E-01	12.31
Ca	1.31E-02	1.47
Na	3.81E-01	42.64
K	2.91E-02	3.26
Li	6.48E-04	0.07
H2O	1.87E-04	0.02
Mg	1.38E-02	1.54
Al	2.66E-02	2.98
Si	1.44E-01	16.12
Ca	1.33E-01	14.89
Fe	1.42E-03	0.16
Cr	0.03997	4.47
S	2.03E-04	0.02
Cl	4.83E-04	0.05

## PCMA

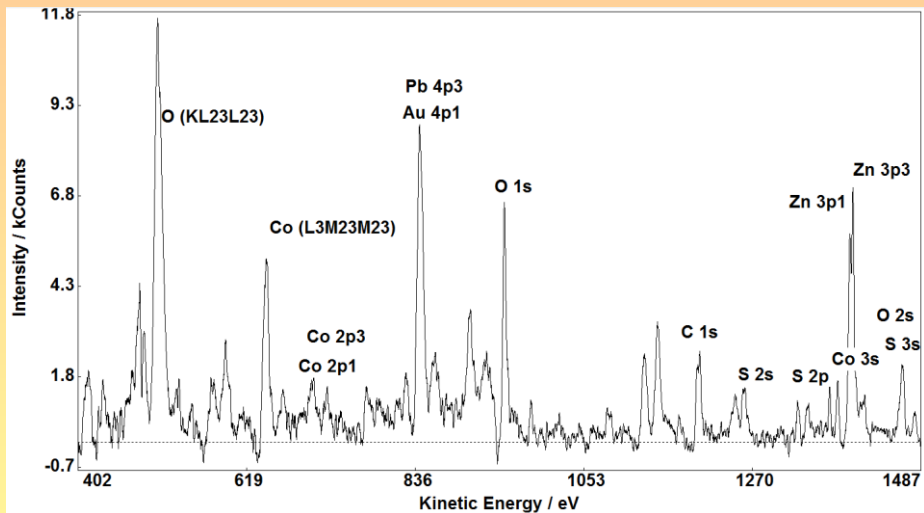
Element	Atomic %
C	1.6
O	57.0
Na	2.3
Mg	0.6
Al	1.1
Si	27.3
K	0.8
Ca	8.9
Fe	0.4

# PCMA — бутылочная передача. Распределение элементов в глазури

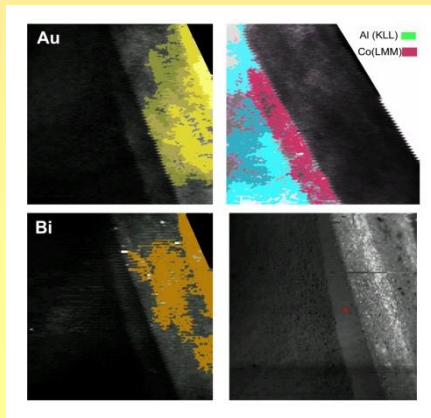
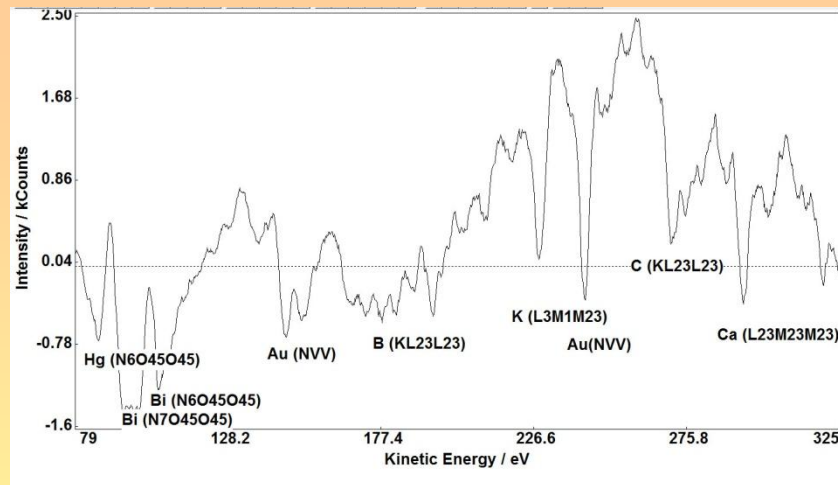




# Электронная спектроскопия — бутылочная передача



РФЭС

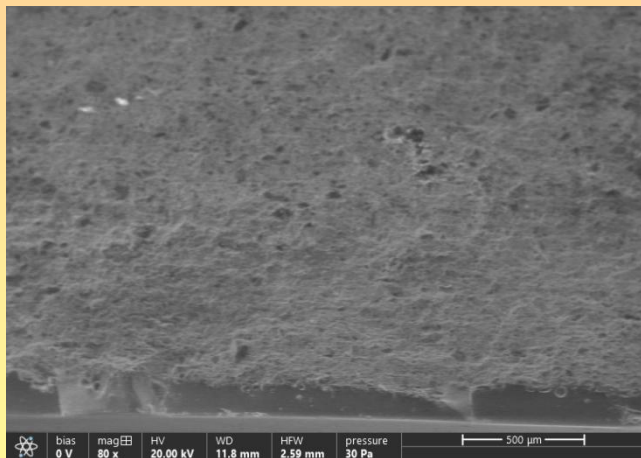


ОЭС

# Состав керамики — кувшин

## Масс-спектроскопия

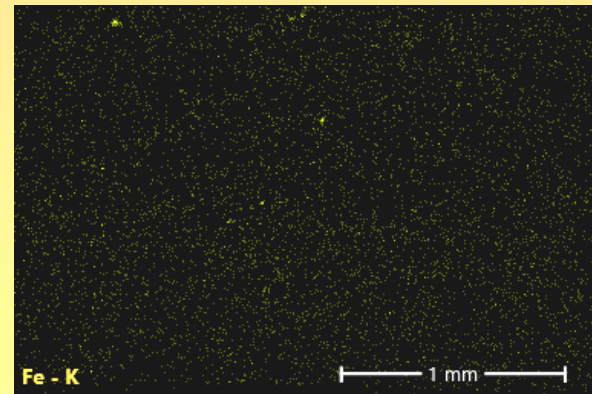
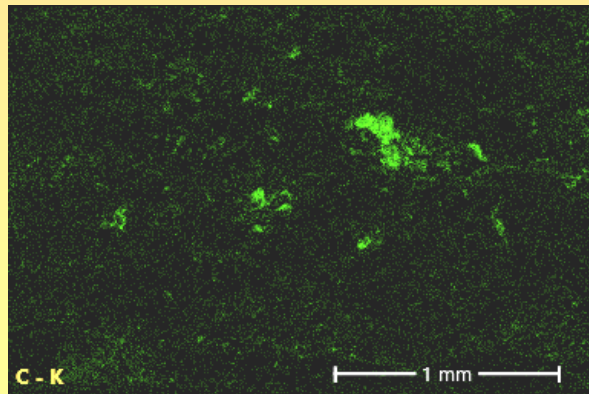
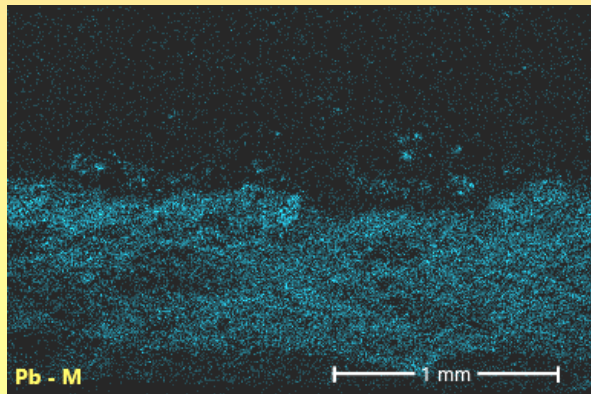
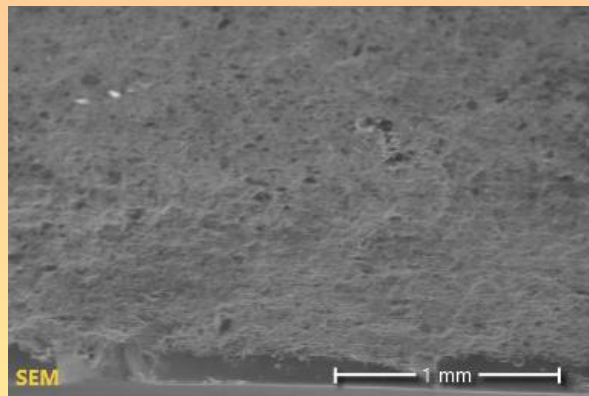
## PCMA



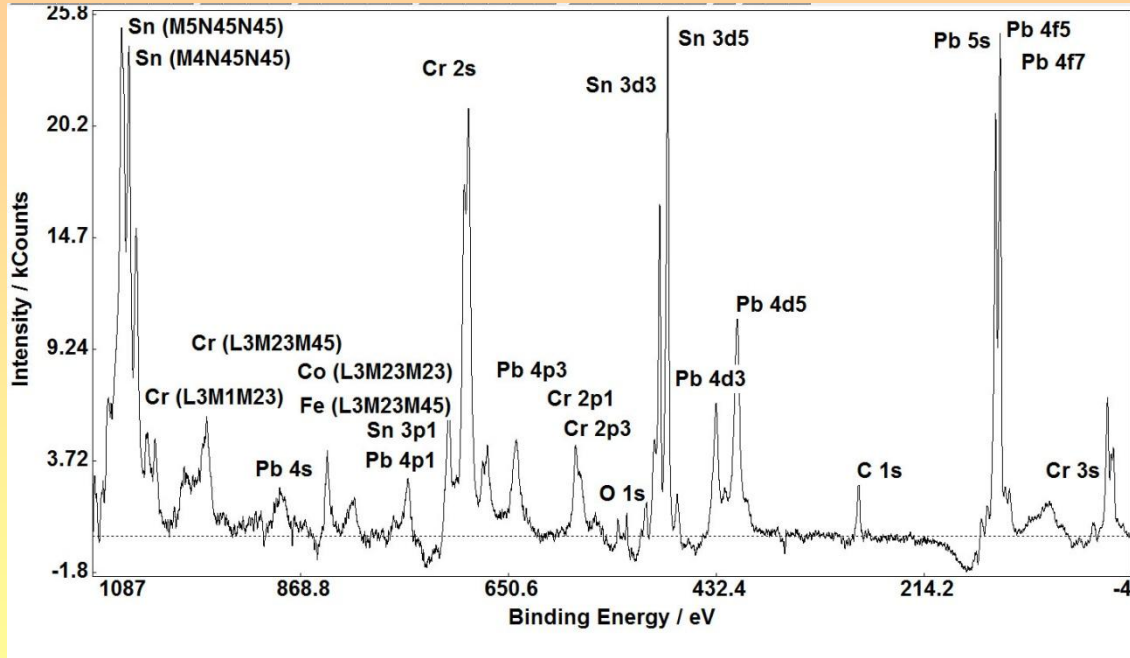
Element	B2 основа	
	Norm.intens	conc, %
H	7.10E-02	27.755
C	3.32E-02	12.979
Na	6.20E-02	24.237
K	4.03E-02	15.754
Pt	6.76E-05	0.026
Li	3.18E-04	0.124
B	9.74E-05	0.038
Mg	9.22E-04	0.360
Be	5.83E-03	2.279
Al	1.37E-02	5.356
Si	1.06E-02	4.144
P	1.28E-02	5.004
Ca	1.38E-03	0.539
Ti	2.36E-04	0.092
Fe	1.18E-03	0.461
Cr	1.47E-04	0.057
Co	6.96E-04	0.272
Ni	1.17E-04	0.046
F	2.01E-04	0.079
S	8.04E-04	0.314
Cl	2.11E-04	0.082

Element	Atomic %
C	13.1
O	58.7
Na	0.9
Mg	0.1
Al	6.3
Si	17.9
K	0.7
Ca	1.0
Fe	0.2
Zn	0.2
Pb	0.9

# РСМА — кувшин. Распределение элементов в керамике



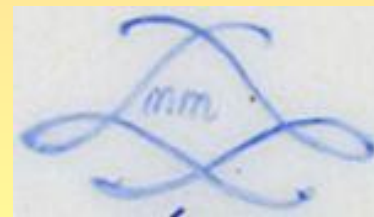
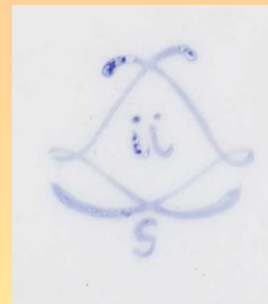
# Электронная спектроскопия — кувшин



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

## Бутылочная передача – источники

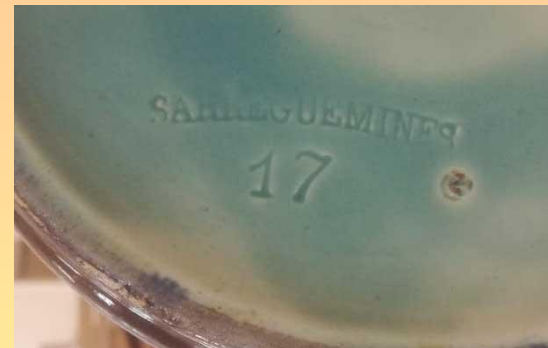
1. Ф.Я. Яковлев. "Краткий очерк развития фарфорового производства в России и объяснение коллекции, показывающей состав и свойство фарфора в зависимости от материалов" / Сост. инж.-технол. Ф.Я. Яковлев. - Москва : тип. С.П. Архипова и К°, 1882, 46 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
[https://www.sprg.ru/ForProjects/Ceramics/Resources/Porc\\_industry\\_Russia.pdf](https://www.sprg.ru/ForProjects/Ceramics/Resources/Porc_industry_Russia.pdf)
2. Lisa Marion. Fake porcelain Marks: Recognizing Forged or imitation Marks on Ceramics / Worthpoint [Электронный ресурс]. <https://www.worthpoint.com/articles/collectibles/fake-porcelain-marks-recognizing-forged-or-imitation-marks-ceramics>
3. Marino Maggetti, Antoine D'Albis. Phase and compositional analysis of a Sèvres soft paste porcelain plate from 1781, with a review of early porcelain techniques. European Journal of Mineralogy (2017) 29 (3): 347–367
4. Porcelain and pottery marks - Sèvres marks. [Электронный ресурс].  
<https://www.theoldstuff.com/en/porcelain-marks/category/344-sevres-marks>



Вывод: скорее всего Франция, конец 19 в, но не Севрская мануфактура

### Пивной кувшин – источники

1. La Faïence fine Française des origines a 1820, a l'exposition du Musée National de Céramique // Cahiers de la céramique du verre et des arts du feu. – 1969. - № 44. – P. 171-227.
2. Philippe Hamman. Une grande famille... Métiers de la céramique et stratégies industrielles à la faïencerie de Sarreguemines (1890-1940). Politix. Revue des sciences sociales du politique. - 1999 v. 45 pp. 57-86  
[https://www.persee.fr/doc/polix\\_0295-2319\\_1999\\_num\\_12\\_45\\_1779](https://www.persee.fr/doc/polix_0295-2319_1999_num_12_45_1779)
3. E. Leclerc. La faïencerie de Digoin. L'Information Géographique. - 1949 13-4 pp. 156-158  
[https://www.persee.fr/doc/ingeo\\_0020-0093\\_1949\\_num\\_13\\_4\\_5475](https://www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_1949_num_13_4_5475)



Вывод: Наиболее вероятно соответствие клейма фабрике, конец 19 в

# 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**