УДК 737.1.02 (574) «12/13»
МРНТИ 03.41.91
https://doi.org/10.52967/akz2020.3.9.103.117

КВАНТИТАТИВНЫЙ АНАЛИЗ МОНЕТНОГО СЕРЕБРА ДЕНЕЖНОЙ РЕФОРМЫ ХАНА КЕПЕКА МЕТОДОМ ОЭСА

© 2020 г. Павел Николаевич Петров[1], Бауыржан Абишевич Байтанаев[1], Евгения Флюровна Шайхутдинова [2, 3, 4]

[1]к.и.н., ведущий научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Маргулана, г. Алматы, Казахстан. E-mail:ppn@zmail.ru
[1]д.и.н., академик НАН РК, директор, Институт археологии им. А.Х. Маргулана, г. Алматы, Казахстан. E-mail: baytanaev@mail.ru
[2]к.т.н., заведующая музеем археологии Республики Татарстан, Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ; [3]доцент, Казанский Приволжский (Федеральный) университет; [4]Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Россия. E-mail: eugen.shaykhutdinova@gmail.com

Аннотация. Предпринято изучение характера монетного реформирования в Бухаре и Самарканде при чагатаидском хане Кепеке (718–725/1318–1325). С этой целью был изучен с помощью разрушающего метода оптического атомно-эмиссионного спектрального анализа (ОЭСА) элементный состав монетных сплавов дореформенных и пореформенных дирхамов. Было составлено три группы монет (I и II – «масудбековские» дирхамы конца XIII – начала XIV в. и III – пореформенные кепековские дирхамы Самарканда и Бухары). Ранее эти же образцы изучались с помощью рентгено-флуоресцентного анализа (РФА). Проведен сравнительный анализ с данными, полученными с этих же образцов, но методом РФА. Установлено, что для высокопробных серебряных сплавов (более 80%) оба метода дают близкие результаты и метод РФА, как неразрушающий, может использоваться для ориентировочной оценки количественного и качественного элементного состава. В ходе реформирования монетного дела в Бухаре и Самарканде при Кепеке была поднята проба серебра для выпуска *пореформенных дирхамов* практически с 85% (в «масудбековских» дирхамах) до 97%, т.е. на 10%. При этом обменный рыночный эквивалент предреформенных и пореформенных монет (3 к 4) указывает на одинаковое количество серебра в каждой из этих двух групп. То есть реформирование монетного дела в Бухаре, а потом и в Самарканде, при хане Кепеке не преследовало цель прямого фискального выигрыша непосредственно за счет экономии количества серебра в дирхамах, но была направлена на оздоровление торговли в регионе путем улучшения качества серебряных монет.

Ключевые слова: археология, государство Чагатаидов, Самарканд, Бухара, XIII–XIV века, монетная реформа, дирхам, монетный металл, элементный состав, содержание серебра, метод ОЭСА

КЕПЕК ХАННЫҢ АҚША РЕФОРМАСЫНДАҒЫ КҮМІС АҚШАЛАРДЫ ОПТИКАЛЫҚ-ЭМИССИЯЛЫҚ СПЕКТРЛІК ТАЛДАУ ӘДІСІ КВАНТИТАТИВТІК ТАЛДАУДЫҢ

Павел Николаевич Петров[1], Бауыржан ӘбішұлыБайтанаев[1], Евгения Флюровна Шайхутдинова[2, 3, 4]

[1]т.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкері, Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты Алматы, Қазақстан. E-mail: ppn@zmail.ru
[1] т.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі, директор, Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты Алматы, Қазақстан E-mail: baytanaev@mail.ru

[2]т.ғ.к., Татарстан Республикасы археология музейінің меңгерушісі, ТР ҒА А.Х. Халиков атынд. Археология институты; [3]Қазан Приволжье (Федералдық) университетінің доценті, [4] А.Н. Туполев атындағы Қазан ұлттық техникалық зерттеу университеті – ҚИА, Қазан қ., Ресей. E-mail: eugen.shaykhutdinova@gmail.com

Аннотация. Шағатайлық Кепек хан (718–725/1318–1325) тұсындағы Бұхара мен Самарқандағы ақша реформаларының сипатын қарастыруға талпыныс жасалды. Осы мақсатта қиратушы оптикалық-эмиссиялық спектрлік талдау әдісі (ОЭСТ) арқылы дирхемдердің реформаға дейінгі және реформа кезіндегі ақша құймаларының элементтік құрамы зерттелді. Ақшалардың үш тобы құрастырылды (I және II – XIII аяғы–XIV ғ. басындағы «масудбек» дирхемдері мен III – Самарқан мен Бұхарадағы реформа кезіндегі кепек дирхемдері). Осыған дейін бұл үлгілер рентген-флуоресценттік талдау (РФТ) арқылы зерттелген болатын. Осы үлгілерден алынған мәліметтер бойынша, бірақ РФТ әдісімен салыстырмалы талдау жасалынған болатын. Жоғары сынамалы күміс қорытпалары үшін (80%-нан астам) екі әдіс те жақын нәтиже беретіндігі және РФТ әдісі, қиратушы ретінде де, элементтің сандық және сапалық құрамын бағдарлы бағалау үшін қолданылуы мүмкін. Кепек тұсында Бұқара мен Самарқанда ақша ісін реформалау барысында күмістің сынамасы реформадан кейінгі дирхемдерді шығару үшін іс жүзінде 85% пайыздан («масудбек» дирхемдерінде) 97%-ға дейін, яғни 10%-ға өсті. Осылай бола тұра реформа алдындағы және реформадан кейінгі ақшалардың нарықтық айырбастау эквиваленті (3 тен 4 ке) осы екі топтың әрқайсында да күмістің саны бірдей болғандығын көрсетеді. Яғни Кепек хан тұсындағы Бұқарадағы, соңынан Самарқандағы ақша ісін реформалау дирхемдердегі күмістің санын үнемдеу есебінен тікелей қаржылық ұтысқа жетуді көздемегені байқалған, бірақ күміс ақшалардың сапасын жақсарту арқылы аймақтағы сауда ісін қалпына келтіруге бағытталған.

Түйін сөздер: археология, Шағатайлықтар мемлекеті, Самарқан, Бұхара, XIII–XIV ғасырлар, ақша реформасы, дирхем, ақша металы, элементтік құрамы, күмістің құрамы, ОЭСТ әдісі

QUANTITATIVE ANALYSIS OF COIN SILVER OF THE KHAN KEPEK MONETARY REFORM BY THE METHOD OF EMISSION SPECTRAL ANALYSIS

Pavel N. Petrov[1], Bauyrzhan A. Baitanayev[1], Eugenia F. Shaykhutdinova[2, 3, 4]

[1]Candidate of Historical Sciences, A.Kh. Margulan Archeology Institute, Almaty, Kazakhstan. E-mail: ppn@zmail.ru
[1]Doctor of Historical Sciences, academician of the National Academy of the Kazakhstan. Director, A.Kh. Margulan Archeology Institute, Almaty, Kazakhstan. E-mail: baytanaev@mail.ru
[2]Candidate of Technical Sciences, Institute of Archaeology named after A.Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences;
[3]Docent. Kazan (Volga Region) Federal University;
[4]Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI, Kazan, Russian Federation. E-mail: eugen.shaykhutdinova@gmail.com

Abstract. The study of Chagatai Khan Kebek's monetary reform character in Bukhara and Samarkand (718–725 AH/1318–1325 AD) was undertaken. To this end, the elemental composition of pre-reform and post-reform dirhams was studied using the destructive method of optical atomic emission spectrometry (OAES). Three groups of coins (I, II - "Masud Bek" dirhamas of the end of XIII - beginning of XIV century and III - post-reform Kebek's dirhamas of Samarkand and Bukhara) were revealed. Previously, the same samples were studied with the help of X-ray fluorescent analysis (XRF). A comparative analysis was carried out with the XRF data. It is established that for high silver alloys (more than 80%) both methods give

close results, so the non-destructive X-ray fluorescence method can be used for an indicative estimate of the quantitative and qualitative element composition. In the course of the reform in Bukhara and Samarkand under Khan Kebek, the silver probe of the reformed dirhams was increased from almost 85% (in the "Masud Bek" dirhams) to 97%, that is, by about 10%. At the same time, the exchange market equivalent of pre-reform and reform coins (3 to 4) indicates the same amount of silver in each of these two groups. That is, the monetary reform in Bukhara, and then in Samarkand, under Khan Kebek did not pursue the goal of direct fiscal gain directly due to the economy of the silver amount in dirham. It was aimed at improving trade in the region by improving the silver coin quality.

Keywords: archaeology, Chagataids Khanate, Samarkand, Bukhara, XIII–XIV centuries, coin reform, dirhams, coin metal, elemental composition, silver content, optical atomic emission spectrometry (OAES)

Введение

Средневековые общегосударственные денежные реформы на Востоке практически никогда не реализовывались мгновенно, особенно если это касалось обращения полноценных денег (из серебра или золота). На успешное проведение реформы требовалось время. Иногда пробным вариантом будущей реформы оказывались изменения в монетном деле лишь в каком-то одном регионе государства. Таким частным случаем стало реформирование монетного серебряного дела и обращения в Чагатаидском ханстве сначала в Бухаре, а затем и в Самарканде при хане Кепеке (718–725/1318–1325) [Петров, 2009, с. 301–302]. Лишь через 15–16 лет при хане Тармаширине (727–735/1326–1335) региональное реформирование переросло в общегосударственную реформу, которая определяется в данном случае чеканкой серебряной монеты определенных весовых и пробирных норм на всех без исключения монетных дворах государства [Петров, 2004].

Содержание серебра в серебряной монете на средневековом Востоке определяет ее покупательную способность при сложившемся в данном месте и в данное время масштабе цен. Именно поэтому суть любого реформирования серебряного монетного дела обязательно связана с количеством серебра в выпускаемой монете. Регулирование его количества может идти как изменением веса монеты при сохранении пробы металла, так и изменением и веса, и пробы монетного металла, или только пробы при сохранении ее весовой нормы чеканки. Поэтому построение каких-либо схем проведения реформ в серебряном монетном деле не может считаться полным и релевантным, если не проведено исследований элементного состава монетного металла предреформенных и пореформенных выпусков монет, т.е. если неизвестно как изменилась проба серебра и его количества в выпускаемой монете. А характер реформирования монетного обращения определяется еще и обменным соотношением предреформенной и пореформенной монеты. Если это обменное соотношение не предусматривает выигрыша в серебре, то реформирование не преследовало фискальные цели, а служило целям оздоровления денежного обращения.

Ранее авторами был проведен анализ серебряных монетных металлов чагатаидских дирхамов как «масудбековских» (дореформенных), так и «кепековских» (пореформенных)

методом рентгено-флуоресцентного анализа (РФА). Этот неразрушающий метод позволил обнаружить: разное содержание серебра в объеме металла монет и на их поверхности; повышенное на 10% содержание серебра в объеме металла «кепековских» дирхамов по сравнению с «масудбековскими»; установить количество серебра в «масудбековских» дирхамах в 90%, а «кепековских» в 100% – оценка в средневековых технологических стандартах (материалы исследования опубликованы в статье [Байтанаев, Петров, Шайхутдинова, 2019]. Но этот метод обладает одним очень существенным недостатком – ошибка оценки количественного элементного состава составляет 5%, что в два раза хуже, чем средневековые возможности контроля пробы серебра. Установление точных значений интегрального количества серебра в монетном металле требует использование иного метода анализа. В нашем случае был выбран разрушающий метод оптического атомно-эмиссионного спектрального анализа (ОЭСА). Изучению были подвергнуты те же самые образцы монет, что и ранее методом РФА.

Целями настоящего исследования являются: выяснение направленности реформирования монетного дела по отношению к качеству чеканного серебра при хане Кепеке в двух областях (Бухаре и Самарканде) и оценка применимости неразрушающего метода РФА для изучения элементного состава высокопробных серебряных монетных сплавов. Основными задачами является установление количественных изменений элементного состава монетного металла пореформенных дирхамов Самаркандской и Бухарской областей Чагатаидского государства по сравнению с предреформенными выпусками конца XIII в. методом ОЭСА.

Методика исследования

Сущность методики, примененной для этого исследования, заключается в следующем. Навеска образца 15 мг сжигалась из кратера угольного электрода в дуге переменного тока до полного испарения. Время экспозиции для легколетучих элементов – 30 сек при силе тока 8А, после чего спектр перекрывался и образец дожигался при силе тока 18А. Спектр, получаемый на дифракционном спектрографе ДФС-458, регистрировался на фотопластинки ПФС-03. Рабочая решетка спектрографа № 3 с 1800 шт/мм. Фотопластинки проявлялись и закреплялись в стандартных растворах, полученные спектрограммы фотометрировались на спектрофотометре МФ-2. Исследуемые образцы анализировались классическим методом трех эталонов с использованием государственных стандартных образцов, а также стандартных образцов стекла. Проводимый анализ соответствовал количественному анализу III категории точности и проводился в Институте археологии им. А. Х. Халикова АН РТ (г. Казань). Таким образом, применяемый в этом исследовании метод позволяет установить количественный элементный состав по объему образца с точностью более 0,1%.

Анализ материала

Для исследования были сформированы три группы образцов дирхамов. Первая и вторая группы происходят из находок на городище Присырдарьинский Бозок. При этом I-я группа – подъемный материал, случайные находки чагатаидских дирхамов конца XIII в. – 10 экз.; II-я группа – образцы монет, битых в Самарканде, происходящих из Бозокского клада 2014 г. (117 экз.) – 16 экз.; III-я груп-

па – обломки дирхамов Кепека, битых в Самарканде и Бухаре в период с 723/1323 по 725/1325 гг. – 15 экз. Важно, что II-я и III-я группы скомпонованы из кладовых дирхамов, поскольку именно такие монеты позволяют получить наиболее достоверные метрологические характеристики. Первые две группы монет (50 экз.) позволяют оценить количество серебра в монетном металле до реформы Кепека в Самарканде и Бухаре. Третья группа – позволит установить изменения в составе монетного металла после ре-

Таблица 1 – Атрибуция образцов чагатаидских монет, подвергнутых РФА анализу
Table 1 – Attribution of samples of Chagataid coins subjected to XRF analysis

Группа	№ экз.	Вес изначального образца, г	Год, г.х. или век н.э.	Монетный двор / эмитент	Происхождение
I	1	0,69	кон. XIII в.	утрачен	Единичная находка. Бозок. Видна тамга Дувы
	2	0,30	68х	Ходженд	Единичная находка. Бозок
	3	1,38	кон. XIII в.	Шаш	Единичная находка. Бозок
	4	0,55	68х	[Отрар?]	Единичная находка. Бозок
	5	0,28	кон. XIII в.	нет	Единичная находка. Бозок. Технология изготовления – трехслойная. Наблюдается отслаивание на сломе.
	6	0,78	кон. XIII в.	утрачен	Единичная находка. Бозок. Есть следы вспучивания металла от сильного разогрева поверхности. Частично обломана по разметке.
	7	0,91	кон. XIII в.	Утрачен (Отрар, Шаш?)	Единичная находка. Бозок.
	8	0,44	кон. XIII в.	[Шаш или Отрар]	Единичная находка. Бозок.
	9	0,84	кон. XIII в.	Шаш	Единичная находка. Бозок.
	10	0,86	кон. XIII в.	[Шаш или Отрар]	Единичная находка. Бозок. Обломана по разметке (ровно).
II	12	1,14	[691]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №48.
	13	1,54	[689-700]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №97.
	14	0,44	утрачено	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №113.
	15	1,21	[689-700]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №93.
	16	0,61	утрачено	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №115.
	17	1,84	49[6] (=694)	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №44.
	18	0,89	[6]66 (=696)	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №57.
	19	1,81	687	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №67.
	20	1,80	680	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №80.
	21	1,69	[680-685]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №86.
	22	0,85	[680]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №87.
	23	0,77	[680]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №90.
	24	0,82	[689-700]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №72.
	25	0,92	[680-685]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №88.
	26	1,23	69х	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №108.
	27	1,77	[680]	Самарканд	Бозокский клад 2014 г. в/к №89.

III	31	0,91	725	[Самарканд] / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	32	1,03	[725]	Самарканд/ [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	33	1,13	[725]	Самарканд/ [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа). 2 отверстия у края.
	34	1,05	[725]	[Самарканд] / Кепек	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	35	1,02	[725]	[Самарканд] / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	36	0,80	[725]	[Самарканд] / Кепек	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	37	0,99	724	Бухара / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	38	1,06	[722-725]	Бухара / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	39	1,00	724	Бухара / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа). Отверстие с краю.
	40	1,15	723	Бухара / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	41	0,89	[722-725]	[Бухара] / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	42	0,79	[72]5	Бухара / Кепек	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	43	0,84	[722-725]	[Бухара] / Кепек	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
	44	1,10	725	[Бухара] / [Кепек]	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа). Отверстие у края.
	45	1,04	723	Бухара / Кепек	Сильно истерта поверхность. (Отломан кусочек для анализа).
Примечание: сокращения в таблице – в/к – внутрикладовый номер монеты.					

формирования монетного дела в этих эмиссионных центрах. В таблице 1 приведена атрибуция выбранных для изучения образцов.

Здесь не приводятся описания типов монет II-й группы, поскольку они хорошо известны по публикациям [Yih, 2003, p. 12, fig. 7, p. 13, tab. 1; Fedorov et al., 2008, № 969, 975–976 and p. 36–37, № 276–278, 281–282; Восточные монеты, 2013, см. №№ на с. 309, Самарканд и см. №№ на с. 310, Бухара и Самарканд; Восточные монеты, 2014, см. №№ на с. 288 Самарканд; Oliver, 1891, 11, № 4; Rodgers, 1894, p. 152, № 1; Щекин, 1985, с. 61, № 19, рис. 3, № 1; Петров, 2004**a**, с. 174–175, 183. № (К-I/1); 2005, с. 64, 59, № 284; Массон, 1957, с. 47, № 1–4 и с. 48]. Описывать же монеты группы I не представляется возможным из-за того, что обломки монет представляют собой лишь частично атрибутируемые образцы.

Подробный результат исследования, полученный методом ОЭСА всех трех групп образцов, приведен в приложении 1. Номера образцов в приложении соответствуют номерам в таблице 1. Ранее именно эти образцы под теми же номерами исследовались нами методом РФА, поэтому есть возможность сравнить данные, полученные двумя методами. Первое, что обращает на себя внимание – серьезное отличие количества серебра, меди, свинца, олова и мышьяка в монете № 5 от остальных «масудбековских» монет I и II групп.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики параметров монетного металла «масудбековского» дирхама № 5, полученные методами РФА и ОЭСА

Table 2 – Comparative characteristics of the parameters of the coin metal of the “masudbek” dirham № 5 obtained by the methods of XRF and OESA

	Количество, Ag %	**Количество, Cu %**	**Количество, Pb %**	**Количество, Sn %**	**Количество, As %**
Метод РФА (в объеме металла)	42,38	51,91	2,53	2,44	0
Метод ОЭСА	55,01	24,61	5,24	9,86	1,97
Разница:	-12,63	27,3	-2,71	-7,42	-1,97
Ошибка данных РФА по отношению к ОЭСА, %	~23	~110	~52	~75	100

Наблюдаются очень существенные отличия в количестве по выбранным элементам, полученные этими двумя методами. Причем наименьшие различия относятся к количеству серебра в металле, а наибольшие – к количеству меди. Столь низкое содержание серебра в монете свидетельствует о том, что она является результатом воровского промысла. Отметим, что оба метода позволили обнаружить поддельную монету № 5. Таким образом, подтверждается, что в I группе из 10 осталось 9 образцов со стандартными метрологическими параметрами, использовавшимися на государственных монетных дворах.

Рассмотрим параметры монеты № 3, которая, по данным РФА, также имела пониженное содержание серебра в металле (~72%) и была нами оставлена в ряду подлинных дирхамов.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики параметров монетного металла «масудбековского» дирхама № 3, полученные методами РФА и ОЭСА

Table 3 – Comparative characteristics of the parameters of the coin metal of the “masudbek” dirham № 3 obtained by the methods of XRF and OESA

	Количество, Ag %	**Количество, Cu %**	**Количество, Pb %**	**Количество, Sn %**	**Количество, As %**
Метод РФА (в объеме металла)	71,7	25,14	1,55	0,32	0
Метод ОЭСА	76,14	16,95	3,47	0,79	0,16
Разница:	-4,44	-8,19	-1,92	-0,47	-0,16
Ошибка данных РФА по отношению к ОЭСА, %	~6	~48	~55	~60	100

Совершенно очевидно, что по данным таблицы 3 и приложения 1 монета № 3 является подлинной и вполне справедливо учитывалась нами ранее как таковая.

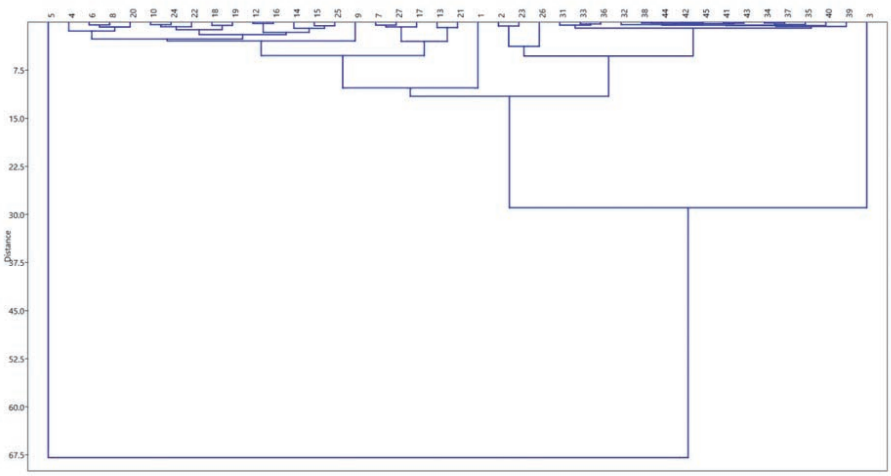

График 1. Кластерный анализ образцов чагатаидских монет всех трех групп (ОЭСА). Ось X – номера образцов (соответствуют номерам в табл. 1); ось Y (Distance) – относительное отличие метрологических параметров элементного состава образцов (или уровень количественной однородности параметров образцов, или степень кластеризации)

Graph 1. Cluster analysis of samples of Chagataid coins of all three groups (OESA). X axis – sample numbers (corresponding to the numbers in Table 1); Y axis (Distance)j – the relative difference between the metrological parameters of the elemental composition of samples (or the level of quantitative homogeneity of the parameters of the samples, or the degree of clustering)

Кластерный анализ четко очерчивает границы двух кластеров монет, в каждом из которых параметры элементного состава монетного металла образцов достаточно близки между собой. Так просматривается кластер с номерами образцов от 4 до 1 (расположение по оси) – это I и II группы дирхамов, и кластер с номерами от 31 до 39 (расположение по оси) – это III группа – дирхамы Кепековского реформирования. Образцы № 2, 23 и 26 формально явились «связующим звеном» между этими двумя кластерами, но лишь формально. Однородность параметров образцов из второго кластера существенно выше этого показателя у первого кластера, куда, без сомнения, и относятся образцы № 2, 23 и 26.

Оценим содержание серебра в монетном металле дирхамов I и II групп обоими методами – РФА и ОЭСА. Данные сведены в таблицу 4. Построенные гистограммы здесь не приводятся, но фиксируются лишь моды (Max) – процентное содержание серебра, при котором наблюдается максимум количества образцов. Наблюдается незначительное отличие в расчетном содержании серебра в объеме монетного металла между обеими группами (86-84,8=1,2%), и это является основанием для объединения данных I и II групп и рассмотрение их как единого блока статистической информации по 25 образцам. Таблица 4 одновременно позволяет сравнить результаты анализа, полученные методами РФА и ОЭСА.

Таблица 4 – Количество серебра в образцах I и II групп чагатаидских монет, установленное методами ОЭСА и РФА

Table 4 – Amount of silver in samples of groups I and II of Chagataid coins established by the OESA and XRF methods

	I группа		II группа		I + II группы	
	Среднее значение, %	Наблюдаемый разброс значений по Ag, %	Среднее значение, %	Наблюдаемый разброс значений по Ag, %	Max, %	Среднее значение, %
Метод ОЭСА	84,8	76,14-91,32 = 15,18	86	74,19-95,04 = 20,85	86	85,5
Метод РФА (в объеме металла)	86,6	71,70-94,31= 22,61	89,7	85,32-94,54= 9,22	-	88,2
Разница	-1,8	-	-3,7	-	-	-2,7
Ошибка данных РФА по отношению к ОЭСА, %	~2	-	~4	-	-	~3

В среднем метод РФА несколько завышает показание количества серебра в объеме монетного металла примерно на 3%, что вполне укладывается в 5% ошибку метода.

Итак, можно заключить: *содержание серебра в монетном сплаве пореформенных Мас'уд-бека (670/1271 г.) дирхамов 85%*, а согласно средневековой терминологии – *восьми с половиной-десятая*, т.е. 8 и 1/2 частей серебра (по среднему двух групп) и 1 с 1/2 часть лигатуры и посторонних примесей. Кроме того, учитывая результаты изучения методом ОЭСА элементного состава I группы монет конца XIII в., содержащих в своем составе дирхамы разных монетных дворов: Самарканда, Ходжента, Шаша и Отрара, – можно утверждать, что пробирные параметры серебряного сплава были для всех монетных дворов Чагатаидского государства одинаковыми, т.е. стандартными в пределах точности метода контроля чистоты монетного металла. Это заключение также подтверждает вывод, сделанный по результатам анализа методом РФА и постулированный Е. А. Давидович [1972, с. 102–103]. Зафиксированные же некоторые отличия в элементном составе могут быть связаны как с результатом длительного нахождения монет группы I в агрессивной среде (земле), так и с различными (по сравнению с самаркандскими выпусками) источниками поступления серебра на монетные дворы. Монеты группы II находились в земле меньшее количество времени, поскольку изначально были защищены оболочкой и монетами периметра клада и можно было ожидать меньший расчетный разброс значений содержания серебра от монеты к монете. Тем не менее, зафиксированный разброс у монет группы II (в ~21%) на четверть больше, чем у монет группы I (в ~15%). Вероятнее всего это связано, прежде всего, именно с различными источниками поступления серебра, низкой точностью пробирного контроля и одновременно слабой технологией очистки серебра на монетных дворах.

Е. А. Давидович ранее опубликовала результаты химического анализа металла предреформенных дирхамов (то есть «масудбековских») Ленинабадского клада [Давидович, 1972, с. 101, табл. 20; 1979, с. 257]. Содержание серебра в монетном сплаве согласно этим данным (77,45; 80,36; 74,44; 76,48; 81,32; 76,86; 76,88) в среднем 77,7% – не соответствует данным, полученным методом РФА (87–90%) и даже на 7,5% ниже, чем по результатам анализа методом ОЭСА (85,5%). Результат химического анализа ниже результата ОЭСА на очень значительные 11%. Колебания же в 7% количества серебра в монетном сплаве от монеты к монете, фиксируемое при химическом анализе, автор относит на «счет «либерализма», допускавшегося тогда именно в части размеров ремедиума». Представляется, что флуктуации значений содержания серебра в монетном металле от образца к образцу связаны не столько с «либерализмом», сколько определялись возможностями применявшейся технологии очистки серебра и методом ее контроля.

Поскольку наихудшее количество серебра в монетном металле пробы *дахдахи* в средневековье на Востоке допускалось всего на 2,5% меньше 100%, то, по мнению Е. А. Давидович, этот интервал меньше возможных отклонений от недоочистки серебра, а, следовательно, и проба могла быть «восьми десятой» или «восьми десятой с четвертью», т.е. 80–82,5%. Учет всех известных обстоятельств заставляет автора сделать следующий вывод: «серебряные пореформенные монеты последней четверти XIII в. чеканены по указной пробе, близкой к 800-й» и что проба монет «была высокой и общегосударственной» [Давидович, 1972, с. 102–103]. Несоответствие же результатов химического анализа монет результатам исследования методами РФА и ОЭСА может быть связано с несколькими причинами: 1. не известна точность химического анализа (допустимая ошибка примененного метода); 2. завышение параметров методом РФА достигает 5%; 3. для химического анализа оказались отобранными специфические образцы (в работах Е. А. Давидович атрибуция и иные метрологические параметры образцов дирхамом XIII в. отсутствуют). Также следует учитывать, что методы РФА и ОЭСА лишь с помощью расчетов позволяют установить процентное содержание элементов в исследуемом образце, причем за 100% принимается сумма всех обнаруженных элементов (и тех, что были в металле изначально при плавке и обработке металла, и тех, что внедрились в структуру металла в результате длительного хранения в земле). Рассмотрим расчетные характеристики состава монетного металла монет III группы (табл. 5).

Таблица 5 – Количество серебра в образцах III группы чагатаидских «кепековских» монет, установленное методами ОЭСА и РФА

Table 5 – Amount of silver in samples of group III of Chagataid «Kepek» coins, established by the methods of the OESA and XRF

	III группа		
	Max, %	Среднее значение, %	Наблюдаемый разброс по Ag, %
Метод ОЭСА	97	96,7	95,01-98,34 = 3,3
Метод РФА (в объеме металла)	98	98	97,5-98,5= 1
Разница:	-1	-1,3	-

Таблица 5 позволяет сравнить количество серебра в монетном сплаве пореформенных дирхамов Кепекхана (~97%) с количеством серебра в монетных выпусках дирхамов Мас'уд-бековской реформы (~85%). В III группе проба серебра явно выше и в средневековой терминологии это проба *десяти-десятая*. 97% серебра в объеме меньше величины в 100%, но эти недостающие 3% практически в пределах ошибки средневекового контроля состава сплава по серебру. Сравнение с результатами, полученными методом РФА, подтверждают, что отслеживаемое численное расхождение величин содержания серебра при высокопробном монетном металле (более 95%) незначительно и не превышает 1,5%, и этими различиями можно пренебречь.

Ранее П. Н. Петровым проводился анализ элементного состава монетного металла «кепековских» дирхамов методом электронно-зондового рентгеновского микроанализа [Петров, 2007, с. 191]. Приведем здесь эти данные для сравнительного анализа (табл. 6).

Таблица 6 – Результаты количественного электронно-зондового рентгеновского микроанализа (ЭЗРМ) монетного металла бухарских пореформенных дирхемов Кепека

Table 6 – Results of quantitative electron X-ray microanalyzer (EXRM) of coin metal of Bukhara post-reform dirhams of Kepek

№	**МД и годы (гг.х.)**	**Количественный электронно-зондовый рентгеновский микроанализ**	
		Ag, %	**Cu, %**
А	Бухара, 722-725	98,0	0,6
Б	Бухара, 722-725	98,4	0,5
В	Бухара, 722-725	99,9	0,04
Г	Бухара, 722-725	99,8	0,1
Д	Бухара, 722-725	97,5	0,6
Е	Бухара, 722-725	98,2	0,5
Ж	Бухара, 722-725	98,5	0,3
З	Бухара, 722-725	98,4	0,3
И	Бухара, 722-725	98,4	0,3
К	Бухара, 722-725	99,8	0,2
Среднее:		**98,7**	**0,34**
Примечание: Номера монет в таблице 6 приведены буквами с тем, чтобы не путать эти монеты с исследуемыми и сгруппированными нами в настоящем исследовании.			

Данные всех трех методов анализа близки между собой, причем, результаты ЭЗРМ более близки данным, полученным для монет III группы методом РФА (98–99%). Это позволяет констатировать, что в ходе реформирования монетного дела в Бухаре и Самарканде при Кепеке была поднята проба серебра для выпуска *белых дирхамов* практически: с 85% (в «масудбековских» дирхамах) на 10% до 97%. То есть, если метод РФА несколько завысил абсолютные значения количества серебра в монетном металле, то динамику количества серебра и относительные количественные значения метод отразил верно и вполне может быть использован для ориентировочной количественной и качественной оценки элементного состава высокопробного серебряного монетного сплава.

Посмотрим, какой выигрыш (δ) получался при обмене четырех «кепековских» дирхемов на три «масудбековских» [Чехович, 1965, с. 177] (не бывших в обращении) по серебряному содержанию: $\delta=[(n_м \cdot W_м) \mu_м] – [(n_к \cdot W_к) \mu_к]$,

где $n_м$ – количество «масудбековских» дирхамов эквивалентного обмена (3 экз.);

$n_к$ – количество «кепековских» дирхамов эквивалентного обмена (4 экз.);

$W_м$ – весовая норма чеканки «масудбековских» дирхамов (~2,08 г);

$W_к$ – весовая норма чеканки «кепековских» дирхамов (~1,36 г);

$\mu_м$ – коэффеициент содержания серебра в монетном металле «масудбековских» дирхамов (0,86%);

$\mu_к$ – коэффеициент содержания серебра в монетном металле «кепековских» дирхамов (0,97%);

$\delta = [(3 \cdot 2.08)\ 0,86] – [(4 \cdot 1,36)\ 0,97] = 5,37-5,27=0,10$ г

То есть по количеству серебра для вновь чеканящихся полновесных серебряных «масудбековских» дирхамов в указанном обменном соотношении три *дирхама* «масудбековских» к четырем *белым дирхамам* «кепековским» действительно выигрыш практически отсутствует. Величина в 0,1 г очень мала и обусловлена отсутствием точных сведений в весовых стандартах чеканки обоих типов монет, а также ошибкой методов исследования, поэтому этим различием можно пренебречь. То есть количество серебра в четырех «кепековских» монетах равно таковому в трех «масудбековских». Следовательно, реформирование монетного дела в Бухаре, а потом и в Самарканде при хане Кепеке не преследовало цель прямого фискального выигрыша непосредственно за счет экономии количества серебра в дирхамах, но была направлена на оздоровление торговли в регионе путем улучшения качества серебряных монет. По этой причине «масудбековские» дирхамы из обращения не только не удалялись, но и длительное время еще выпускались и ходили параллельно с новыми «кепековскими».

Приложение 1

Результаты анализа монетного серебряного сплава дирхамов конца XIII – первой четверти XIV в. Чагатаидского государства методом ОЭСА

Appendix 1

The results of the analysis of the coin silver alloy of dirhams of the late 13th – first quarter of the 14th century. Chagataid state by the OESA method

№	Элемент								
	Ag	Cu	Au	As	Bi	Pb	Sn	Sb	Zn
1	77,41	18,19	1,78	0,052	0,016	2,04	0,18	0,24	0,021
2	91,32	3,22	1,13	0,015	0,25	3,87	0,048	0,098	0,018
3	76,14	16,95	1,28	0,16	0,041	3,47	0,79	0,18	0,96
4	86,82	6,14	3,67	0,025	0,012	2,32	0,18	0,091	0,72
5	55,01	24,61	1,44	1,97	0,071	5,24	9,86	0,96	0,51
6	86,66	2,67	4,96	0,031	0,075	3,96	1,04	0,45	0,12
7	83,59	11,38	1,59	0,036	0,073	2,32	0,42	0,15	0,41
8	86,72	1,18	5,71	0,017	0,043	5,19	0,64	0,47	0,0086
9	87,58	4,14	3,18	0,052	0,056	3,82	0,67	0,31	0,17
10	87,32	5,88	3,94	0,016	0,099	2,47	0,074	0,15	0,027
12	92,85	5,74	0,56	0,019	0,019	0,6	0,025	0,14	0,006
13	74,19	21,89	1,98	0,078	0,029	1,25	0,23	0,15	0,17
14	90,72	5,61	0,59	0,028	0,041	2,64	0,11	0,12	0,081
15	95,04	2,65	0,76	0,015	0,024	1,32	0,068	0,083	0,014

16	93,38	4,69	0,46	0,032	0,037	1,12	0,038	0,21	0,01
17	85,46	11,05	1,33	0,015	0,035	1,49	0,49	0,098	0,0097
18	82,85	6,19	6,84	0,024	0,067	2,83	0,059	1,09	0,016
19	87,42	10,01	0,86	0,032	0,055	1,38	0,04	0,13	0,048
20	82,27	5,64	6,26	0,032	0,037	3,87	0,25	0,11	1,5
21	80,95	11,28	2,68	0,053	0,027	2,97	0,34	0,092	1,57
22	81,08	10,86	4,17	0,06	0,03	2,37	0,51	0,15	0,73
23	85,59	7,98	3,19	0,027	0,024	1,89	0,33	0,09	0,84
24	86,73	7,39	2,63	0,023	0,064	2,12	0,047	0,96	0,011
25	82,51	9,42	3,44	0,033	0,041	3,6	0,29	0,18	0,46
26	85,38	3,68	5,16	0,018	0,12	4,11	0,72	0,44	0,32
27	88,74	5,56	0,57	0,42	0,13	2,27	0,56	0,052	1,67
31	96,92	0,48	1,87	0,0009	0,0035	1,87	0,0009	0,0035	1,87
32	92,97	0,66	4,81	0,0027	0,0022	4,81	0,0027	0,0022	4,81
33	95,01	1,09	3,14	0,0018	0,005	3,14	0,0018	0,005	3,14
34	96,78	0,72	1,66	0,0019	0,0012	1,66	0,0019	0,0012	1,66
35	98,34	0,33	0,45	0,0015	0,001	0,45	0,0015	0,001	0,45
36	95,24	0,88	3,02	0,003	0,0014	3,02	0,003	0,0014	3,02
37	97,59	0,45	1,26	0,00024	0,0039	1,26	0,00024	0,0039	1,26
38	95,88	0,32	2,87	0,0027	0,0007	2,87	0,0027	0,0007	2,87
39	97,97	0,54	0,63	0,002	0,0007	0,63	0,002	0,0007	0,63
40	98,01	0,22	0,74	0,0038	0,046	0,74	0,0038	0,046	0,74
41	98,33	0,49	0,67	0,0027	0,0004	0,67	0,0027	0,0004	0,67
42	96,65	0,48	2,21	0,0042	0,00055	2,21	0,0042	0,00055	2,21
43	97,28	0,46	1,56	0,0054	0,0007	1,56	0,0054	0,0007	1,56
44	97,03	0,54	1,25	0,0012	0,0025	1,25	0,0012	0,0025	1,25
45	95,93	0,55	1,46	0,0028	0,0007	1,46	0,0028	0,0007	1,46

Примечание: сведения по элементам: Co, Mn, Ni, - не приводятся ввиду обнаружения их незначительного количества – менее 0,001%. Fe в I и II группах – в основном менее 0,02 %, но в III группе – в основном менее 0,1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Байтанаев Б.А., Петров П.Н., Шайхутдинова Е.Ф.* Монетная реформа Кепек хана в свете результатов исследования состава монетного серебра методом РФА // Поволжская археология. 2019. № 4 (30). С. 43–54.

2. Восточные монеты из фондов Центрального государственного музея Республики Казахстан. Алматинский клад чагатаидских монет. Иллюстрированный научный каталог / сост. П. Петров, Н. Алимбай, Ж. Белтенов. Алматы: ЦГМ РК, 2013. Т. 1, кн. 1. 320 с.

3. Восточные монеты из фондов Центрального государственного музея Республики Казахстан. Алматинский клад чагатаидских монет. Иллюстрированный научный каталог / сост. П. Петров, Н. Алимбай, Ж. Белтенов. Алматы: ЦГМ РК, 2014. Т. 1, кн. 2. 320 с.

4. *Давидович Е.А.* Денежное хозяйство Средней Азии после монгольского завоевания и реформа Мас'уд-бека (XIII в.). М.: Наука, 1972. 178 с.

5. *Массон М.Е.* Исторический этюд по нумизматике Джагатаидов // ТСГУ. Вып. CXI. Археология Средней Азии. Археология Средней Азии. Т. IV. / отв. ред. М.Е. Массон. Ташкент: САГУ, 1957. С. 41–108.

6. *Петров П.Н.* Реформа Кепека-Тармаширина // Тезисы докладов XII Всероссийской нумизматической конференции. М.: ГИМ, 2004. С. 76–77.

7. *Петров П.Н.* Находки нумизматических памятников XIV века близ Хоргоса в собрании ГМИИ // Монеты и медали: сб. ст. по материалам коллекции отдела нумизматики / общ. редакция Н.М. Смирновой. М.: Дипак, 2004**а**. С. 169–238.

8. *Петров П.Н.* «Ташкентский» клад чагатайских монет 768 – начало 770-х / 1366–7 – 1368–1370 гг. // Монеты и денежное обращение в монгольских государствах XIII – XV веков: тр. III междунар. нумизмат. конф. (Старый Крым, 3–9 октября 2004 г.) / гл. ред. П.Н. Петров. М.: Нумизматическая Литература, 2005. С. 49–77.

9. *Петров П.Н.* Нумизматическая история Чагатаидского государства 668/1270 – 770/1369 гг.: дис. … канд. ист. наук. Казань: Казанский гос. ун-т, 2007. 379 с.

10. *Петров П.Н.* Хронология правления ханов в Чагатаидском государстве в 1271–1368 гг. (по материалам нумизматических памятников) // Тюркологический сборник 2007–2008. История и культура народов России и сопредельных стран. М.: Восточная литература РАН, 2009. С. 294–319.

11. *Петров П.Н., Байпаков К.М., Воякин Д.А.* Монетное дело и денежное обращение в Великой Монгольской империи, государствах Чагатаидов и Джучидов. Казахстан. Алматы, 2014. 264 с.

12. *Щекин В.П.* Клад серебряных динаров и дирхемов Чагатаидов XIV в. // ЭВ. 1985. Т. XXIII. С. 60–62.

13. *Чехович О.Д.* Бухарские документы XIV века. Ташкент: Наука Узбекской ССР, 1965. 332 с.

14. *Fedorov M., Kočnev B., Kurbanov G., Voegeli M*. Sylloge Numorum Arabicorum Tübingen. Buhara / Samarqand XVa Mittelasien / Central Asia I. Berlin, 2008. 131 p.

15. *Oliver E.E*. The coins of the Chaghatai Mughals // J. Asiatic Society Bengal. Vol. 60. Part I. N I – 1891. Calcutta, 1892. P. 8–16.

16. *Rodgers Charles J.* Catalogue of the Coins Miscellaneous Muhammadan coins. Part II. Calcutta, 1894. Reprinted in Indian in 1985 (Delhi). 220 p.

17. *Yih T.D.*, Schüttenhelm R.T.E. Some Reflections on Chaghataid Coins with an S-Tamgha from Samarqand // Newsletter Oriental Numismatic Society. Winter 2003. No 174. P. 11–12.

REFERENCES

1. Baitanayev, B. A., Petrov, P. N., Shayhutdinova, E. F. 2019. In: *Povolzhskaya arheologiya (The Volga River Region Archaeology)*, 4 (30), 43–54 (in Russian).

2. *Vostochnye monety iz fondov Tsentralnogo gosudarstvennogo muzeya Respubliki Kazakhstan (Oriental coins from the funds of the Central State Museum of the Republic of Kazakhstan)*. 2013. Almaty: Tsentralnyi gosudarstvennyi muzey RK. T. 1, kn. 1 (in Russian).

3. *Vostochnye monety iz fondov Tsentralnogo gosudarstvennogo muzeya Respubliki Kazakhstan (Oriental coins from the funds of the Central State Museum of the Republic of Kazakhstan)*. 2014. Almaty: Tsentralnyi gosudarstvennyi muzey RK. T. 1, kn. 2 (in Russian).

4. Davidovich, E. A. 1972. *Denezhnoe hozyaystvo Sredney Azii posle mongolskogo zavoevaniya i reforma Masud-beka (XIII v.) (Monetary economy of Central Asia after the Mongol conquest and the reform of Masud-bek (XIII century)).* Moscow: “Nauka” Publ. (in Russian).

5. Masson, M. E. 1957. In: *Proceedings of the Central Asian State University*, CXI, 41–108 (in Russian).

6. Petrov, P. N. 2004. In: *Tezisy dokladov XII Vserossiyskoy numizmaticheskoy konferencii (Abstracts of the XII All-Russian Numismatic Conference)*. Moscow: State Historical Museum, 76–77 (in Russian).

7. Petrov, P. N. 2004**a.** In: Smirnova, N. M. (ed.) *Monety i medali (Coins and medals)*. Moscow: “Dipak” Publ., 169–238 (in Russian).

8. Petrov, P. N. 2005. In: Petrov, P. N. (ed.) *Monety i denezhnoe obrashchenie v mongolskih gosudarstvah XIII–XV vekov (Coins and money circulation in the Mongolian states of the XIII–XV centuries)*: Moscow: “Numizmaticheskaya Literatura” Publ., 49–77 (in Russian).

9. Petrov, P. N. 2007. *Numizmaticheskaya istoriya Chagataidskogo gosudarstva 668/1270 – 770/1369 gg. (The numismatic history of the Chagataid state 668/1270–770/1369)*: dis. … Cand. hist. sciences. Kazan: Kazan State University (in Russian).

10. Petrov, P. N. 2009. In: *Tyurkologicheskij sbornik 2007–2008 (Turkological collection 2007–2008)*. Moscow: "Vostochnaya literatura RAN" Publ., 294–319 (in Russian).

11. Petrov, P. N., Baipakov, K. M., Voyakin, D. A. 2014. *Monetnoe delo i denezhnoe obrashchenie v Velikoy Mongolskoy imperii, gosudarstvah Chagataidov i Juchidov. Kazakhstan (Monetary affairs and monetary circulation in the Great Mongol Empire, the states of the Chagataids and the Juchids. Kazakhstan)*. Almaty (in Russian).

12. Shchekin, V. P. 1985. In: *Epigrafika Vostoka (Epigraphy of the East)*, XXIII, 60–62 (in Russian).

13. Chekhovich, O. D. 1965. *Buharskie dokumenty XIV veka (Bukhara documents of the XIV century).* Tashkent: "Nauka UzbekSSR" Publ. (in Russian).

14. Fedorov, M., Kočnev, B., Kurbanov, G., Voegeli, M. 2008. Sylloge Numorum Arabicorum Tübingen. Buhara / Samarqand XVa Mittelasien / Central Asia I. Berlin.

15. Oliver, E. E. 1892. In: *J. Asiatic Society Bengal*, 60. Part I. N I – 1891, 8–16 (in English).

16. Rodgers, Charles J. 1985 Catalogue of the Coins Miscellaneous Muhammadan coins. Part II. Calcutta, 1894. Reprinted in Indian in (Delhi).

17. Yih T.D., Schüttenhelm R.T.E. 2003. In: *Newsletter Oriental Numismatic Society*, 174, 11–12.

Мүдделер қақтығысы туралы ақпаратты ашу. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.
/ Раскрытие информации о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
/ Disclosure of conflict of interest information. The authors claims no conflict of interest.

Мақала туралы ақпарат / Информация о статье / Information about the article.
Редакцияға түсті / Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 11.02.2020.
Рецензенттер мақұлдаған / Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 23.08.2020.
Жариялауға қабылданды / Принята к публикации / Accepted for publication: 29.08.2020.