



DOI: <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2024.2.3>

UDC 902/904
LBC 63.4(2)

Submitted: 12.02.2024
Accepted: 29.03.2024

**NOMENCLATURE OF METALS AND ALLOYS
FROM SARMATIAN BURIAL GROUNDS OF THE LOWER VOLGA REGION
OF THE 2nd CENTURY BC – FIRST HALF OF THE 2nd CENTURY AD,
ACCORDING TO XRF DATA ¹**

Irina A. Saprykina

Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

Abstracts. The work presents the results of an analysis of the chemical composition of 82 objects from non-ferrous and precious metals dating from the 4th century BC – the first half of the 2nd century AD and originating from the excavation of funeral monuments located in the Lower Volga region. Basically, the analysis of the chemical composition of non-ferrous metal was carried out for objects characteristic of the ordinary population of the region: mirrors, jewelry, clothing or household items, and details of horse harnesses; importantly, sampling was random. The data obtained by the XRF method are very interesting and demonstrate a change in the nomenclature of leading alloys. So, for the period of the 2nd century BC – the border of eras, there is a significant number of objects from tin as well as from tin-lead bronze, with a slight presence of products from a multicomponent alloy, an alloy with arsenic. For the period of the 1st – the first half of the 2nd century AD, there is a significant change in the leading types of alloys: zinc-containing alloys such as two- and three-component brass dominate the sample; also significantly increased the share of triple bronze, highly alloyed with lead; there are also products made of copper and tin bronze. Silver products made of silver from different samples are present in all stages. Analysis of alloying components and impurities in the identified alloys made it possible to distinguish in the sample of the 2nd century BC – the border of eras, the influence of the North Caucasian center of non-ferrous metalworking; recorded changes in the nomenclature of alloys of the 1st – the first half of the 2nd century AD arose, most likely, under the influence of the North Black Sea center of non-ferrous metalworking. The presence of high-zinc brass objects in the sample during the period of the 1st – the first half of the 2nd century AD also does not exclude the receipt of this type of brass from the production center located in Central Asia, which is characterized by an extremely high zinc content in the alloy.

Key words: Middle Sarmatian period, funerary monuments of the Lower Volga region, XRF, non-ferrous metals, nomenclature of metals and alloys.

Citation. Saprykina I.A., 2024. Nomenklatura metallov i splavov iz sarmatskih mogil'nikov Nizhnego Povolzh'ya II v. do n.e. – pervoy poloviny II v. n.e. po dannym RFA [Nomenclature of Metals and Alloys from Sarmatian Burial Grounds of the Lower Volga Region of the 2nd Century BC – First Half of the 2nd Century AD, According to XRF Data]. *Nizhnevolzhskiy Arkheologicheskiy Vestnik* [The Lower Volga Archaeological Bulletin], vol. 23, no. 2, pp. 46-58. DOI: <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2024.2.3>

УДК 902/904
ББК 63.4(2)

Дата поступления статьи: 12.02.2024
Дата принятия статьи: 29.03.2024

**НОМЕНКЛАТУРА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ
ИЗ САРМАТСКИХ МОГИЛЬНИКОВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ
II в. до н.э. – ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ II в. н.э. ПО ДАННЫМ РФА ¹**

Ирина Анатольевна Сапрыкина

Институт археологии РАН, г. Москва, Российская Федерация;
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Российская Федерация

Аннотация. В работе представлены результаты анализа химического состава 82 предметов из цветного и драгоценного металлов, датированных IV в. до н.э. – первой половиной II в. н.э. и происходящих из раскопок погребальных памятников, расположенных на территории Нижнего Поволжья. В основном анализ химического состава цветного металла выполнялся для предметов, характерных для рядового населения региона: это зеркала, украшения, предметы одежды или быта, детали конской упряжи; важно, что комплектование выборки носило случайный характер. Полученные методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) данные весьма интересны и демонстрируют смену номенклатуры ведущих сплавов. Так, для периода II в. до н.э. – рубежа эр отмечается доминирование предметов из оловянной, а также из оловянно-свинцовой бронзы, при незначительном присутствии изделий из многокомпонентного сплава, сплава с мышьяком. Для периода I – первой половины II в. н.э. отмечается знаковая смена в ведущих типах сплавов: в выборке доминируют цинкосодержащие сплавы, такие как двух- и трехкомпонентная латуни; также значительно увеличилась доля тройной бронзы, высоколегированной свинцом, присутствуют также изделия из меди, оловянной бронзы. Попавшие в выборку серебряные изделия из серебра разной пробы присутствуют во всех периодах. Анализ легирующих компонентов и примесей в выявленных сплавах позволил выделить в выборке II в. до н.э. – рубежа эр влияние северокавказского очага цветной металлообработки; зафиксированные изменения в номенклатуре сплавов I – первой половины II в. н.э. возникли, вероятнее всего, под влиянием северопричерноморского очага цветной металлообработки. Присутствие в выборке предметов из высокоцинковой латуни в период I – первой половины II в. н.э. также не исключает поступление такого вида латуни из центра производства, расположенного в Центральной Азии, для которого характерно крайне высокое содержание цинка в сплаве.

Ключевые слова: среднесарматский период, погребальные памятники Нижнего Поволжья, РФА, цветной металл, номенклатура металлов и сплавов.

Цитирование. Сапрыкина И. А., 2024. Номенклатура металлов и сплавов из сарматских могильников Нижнего Поволжья II в. до н.э. – первой половины II в. н.э. по данным РФА // Нижневолжский археологический вестник. Т. 23, № 2. С. 46–58. DOI: <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2024.2.3>

Введение

В рамках данной публикации представляются результаты исследования химического состава цветного металла из погребальных памятников Нижнего Поволжья в рамках изучения номенклатуры основных металлов и сплавов, циркулировавших в период IV в. до н.э. – первой половины II в. н.э. на территории Нижнего Поволжья, начатого Т.Б. Барцевой [1974]; рассматривается возможное влияние на этот процесс разных центров цветной металлообработки, с дальним прицелом на возможную увязку динамики в смене ведущих типов металлов и сплавов с итогами различных военно-политических взаимодействий этого периода [Скрипкин, 2017, с. 174, 194–195].

В настоящий момент получены данные по химическому составу предметов из цветного и драгоценного металлов для 82 предметов, датированных IV в. до н.э. – первой половиной II в. н.э., происходящих из погребальных памятников и хранящихся в фондах Волгоградского краеведческого музея². Для анализа РФА были привлечены предметы из цветного металла, найденные в ходе раскопок курганных могильников Аксай I–II, Быково, Пе-

регрузное I, Неткачево, Ковалевка, Калиновский-II, Вербовский (I–III) и др., расположенных на территории Волгоградской области (материалы из раскопок археологических экспедиций Волгоградского государственного университета и других научных организаций)³; значительная часть предметов, исследованных в публикуемой аналитической выборке, происходит из памятников, расположенных в бассейне р. Есауловский Аксай (рис. 1) [Коробкова, 2015, с. 80–81]. Полученная аналитическая выборка оказалась ценна присутствием в ней большого количества предметов (в основном это зеркала, украшения, предметы одежды или быта, детали конской упряжи (рис. 2)), более характерных для рядового населения этого региона [Скрипкин, 2017, с. 198–199].

Методы аналитического исследования

Аналитические исследования цветного металла выполнялись неразрушающим безэталонным методом РФА с использованием приборной базы Центра коллективного пользования ИА РАН (РФА-спектрометр 5i Tracer, Bruker). Источник возбуждения: рентгено-

вская трубка (мощность 4 Вт) с зеркалом из родия (Rh), напряжение: 6–50 кВ, ток: 4,5–195 мкА, параметр автоматической подстройки напряжения и тока под режим работы.

Метод заключается в получении и обработке спектров выхода флуоресцентного излучения, возбуждаемых рентгеновским излучением. Точность получаемых данных варьируется от 0,001 до 0,01 %, при программной обработке спектров процентное содержание элементов приводится к 100 %. На точность анализа оказывает свое влияние степень очищенности анализируемой поверхности от сопутствующих наслоений (грязи, коррозии и т. д.), а также от плотности и состава самого анализируемого объекта.

Полученные данные представлены в таблице 1. Ранжирование полученных данных проведено в соответствии с классификацией металлов и сплавов, в основе которой – геохимический принцип разделения легированных металлов и сплавов с содержанием легирующих компонентов от 1,0 % и выше.

Результаты и обсуждение

Химический состав металла был исследован методом РФА для 82 предметов, выполненных из цветных и драгоценных металлов, совокупно датирующихся в широком хронологическом интервале от II в. до н.э. по I – первую половину II в. н.э.; четыре предмета из аналитической выборки датируются в более широком хронологическом интервале от IV до I в. до н.э. (табл. 1, № 1–4) и представлены в основном зеркалами, характерными для ранней группы погребальных памятников [Скрипкин, 2017, с. 89].

В полученной выборке, как видно из гистограммы (рис. 3), доминирует оловянная бронза с содержанием олова \min – 4,96 %, \max – 31,29 % (усредненное значение – 14,96 %); в эту группу сплава также попали зеркала, выполненные из высокооловянной бронзы ($\text{Sn} \geq 20$ %) – именно они и происходят из погребений, датируемых ранним периодом (табл. 1, № 1, 2), а также из комплексов II–I вв. до н.э. (табл. 1, № 12, 18), I в. до н.э. (табл. 1, № 31), I в. н.э. (табл. 1, № 39), I – первой половины II в. н.э. (табл. 1, № 79) (рис. 4). Для отливки части зеркала, происхо-

дящих из погребений II–I вв. до н.э. – I в. н.э., была также использована низколегированная ($\text{Sn} \leq 10$ %) оловянная бронза (табл. 1, № 21–23, 28, 35, 40).

Из низколегированной оловянной бронзы, характеризующейся стабильным содержанием олова в пределах 9,05–10,91 % (табл. 1, № 5, 7–10), были выполнены детали конской узды из состава Качалинского «клада» II в. до н.э.⁴, отнесенные исследователями к кругу позднескифских вещей: это пластинчатый налобник с крючком в верхней части, нагрудная пластинчатая лунница с продольным рельефным ребром, литая полая бусина и бляхи-ворворки [Сергацков, 2009, с. 152, рис. 5]. Зооморфный крючок-застежка из состава этого «клада», отнесенный к кругу вещей сарматских древностей [Сергацков, 2009, с. 150, рис. 2, 4], также выполнен из оловянной бронзы, но содержание олова здесь несколько ниже и составляет всего 7,23 % (табл. 1, № 6); отмечается характерная для других исследованных предметов из «клада» достаточно высокая присадка свинца (>1 %), являющаяся, скорее, «естественной» примесью меди, перешедшей из руды.

Из оловянной бронзы с содержанием Sn 10,22–11,45 % выполнены ручки таза с атташами в виде маски Силена с бородой [Трейстер, 2019, с. 389–391], найденного в погребении 1 кургана 1 могильника Октябрьский V (табл. 1, № 36–37); М.Ю. Трейстером эта находка датирована второй четвертью – серединой I в. до н.э. [2019, с. 394]. Крайне интересным оказался результат анализа состава металла одной из ножек этого таза, выполненных в форме катушки на пластине в форме листа плюща [Трейстер, 2019, с. 383–387]: здесь был использован многокомпонентный сплав с цинком 2,8 %, свинцом 1,97 % и оловом 12,54 % (табл. 1, № 38). Такие показатели сплава явно указывают на использование многократно переплавленного лома цветного металла для изготовления ножек таза [Pollard et al., 2015]; как один из вариантов получения многокомпонентного сплава с цинком можно рассматривать и понтийскую монетную латунь I в. до н.э. [Metcalfe, 2016, p. 187–188; Смекалова, 2019, с. 644–649].

Известно, что самое высокое содержание цинка в средиземноморской латуни приходит-

ся на короткий период с 1-го по 70-е гг. н.э. [Morton, 2019, p. 21]. Рассматриваемая нами выборка содержит высокоцинковые латуни, происходящие из погребений, датирующихся I – началом II в. н.э. (рис. 5): здесь двухкомпонентная латунь характеризуется содержанием цинка min/max 4,88–24,2 % (усредненное – 13,63 %), а сама выборка по содержанию цинка распадается на две группы. Группа высокоцинковых латуней представлена шпильками из кургана 6 могильника Колобовка III, кургана 26 могильника Перегрузное I, датируемыми I – началом II в. н.э.: здесь зафиксировано очень высокое содержание цинка в пределах 18,63–24,22 % (табл. 1, № 42–45). Одна проба (табл. 1, № 41) демонстрирует аномально высокое процентное содержание цинка, маркирующее, возможно, процесс обесцинкования (коррозию цинкосодержащих сплавов). В то же время такое аномально высокое содержание цинка в анализируемых предметах также может указывать на их импорт из известных юго-восточных центров производства высокоцинковой латуни [Morton, 2019, p. 20–21; Pollard, Liu, 2022].

Вторая группа цинкосодержащих сплавов из выборки представлена двухкомпонентными латунями с содержанием цинка в пределах 4,88–14,04 % (табл. 1, № 33, 52–53, 58–59, 64, 67, 73–74); в основном это ручки от деревянных шкатулок из кургана 3 1999 г. могильника Бердия, римские «солдатские» фибулы, в частности, типа *Aucissa* (развитый тип с надписью, 6/19–50/70 гг. н.э. / начало последней четверти I в. н.э.) [Gugl, 1995]; щитковая фибула в виде расправленных крыльев и хвоста птицы [Костромичев, 2012, с. 73–74], найденная в могильнике Октябрьский II середины I – первой половины II в. н.э. К этой же группе цинкосодержащих сплавов относятся и находки деталей одежды и украшений из оловянной или свинцовой латуни с содержанием цинка в пределах 1,38–13,36 % (табл. 1, № 46, 54, 65–66, 70), датирующихся I – первой половиной II в. н.э.; обращает на себя внимание момент появления латунных украшений в памятниках Нижнего Поволжья, который, по видимому, оказался синхронен аналогичному процессу, зафиксированному в среде варварского населения крымских предгорий [Смекалова и др., 2022, с. 638].

Наряду с латунями, в таком же значительном объеме в аналитической выборке присутствует тройная бронза (CuPbSn) (рис. 3, 6), характеризующаяся, в среднем, доминированием свинца (min/max 3,02–32,32 %, усредненное – 14,69 %) над оловом (min/max 4,61–13,72 %, усредненное – 8,74 %). Отметим, что повышенное содержание свинца на ручке сосуда (табл. 1, № 24) из кургана 22 могильника Ковалевка, зафиксированное на уровне 64,94 %, относится, скорее, к следам припоя, а повышенное содержание олова в 54,54 % (табл. 1, № 80) маркирует формирование на поверхности сохранившейся части зеркала (ручке) коррозионного слоя, обогащенного оловом. Крайне интересен результат анализа отдельных элементов ритуального сосуда – патеры типа Eggers 154/Number D с ручкой с протомой барана, найденной в погребении 1 кургана 9 первой половины I в. н.э. в могильнике Вербовский II [Трейстер, 2022, с. 25–27, с. 30, рис. 4]. Тройная бронза патеры характеризуется высоким содержанием свинца над оловом, причем, содержание олова стабильно низкое (7,55–8,51 %), а количество свинца варьируется от 15,84 до 32,32 % (табл. 1, № 49–51). Довольно странно такое высокое процентное содержание свинца в сплаве самой патеры; пока этому есть только одно объяснение, что точка анализа попала на участок, обогащенный свинцом⁵. Рецептuru использованной для изготовления ручки патеры и ее завершения в виде бараньей головки тройной бронзы, по крайней мере, по своим литейным характеристикам относится к наиболее привлекательным для отливки таких сложнопрофилированных объектов.

Относительно много в выборке оказалось предметов, выполненных из так называемой «чистой» меди, в основном это пряжки, подвески, тисненные бляшки (табл. 1, № 3, 11, 13, 55–56, 60–61, 76, 81). В эту выборку также попало зеркало с ручкой-штырем из погребения 1 кургана 7 могильника Вербовский III (табл. 1, № 75) – чистая медь не часто используется для изготовления подобной категории предметов; еще одно зеркало из погребения 11 могильника Калиновский II, датирующегося II–I вв. до н.э., было отлито из сложного медно-мышьяковистого сплава, «загряз-

ненного» сурьмой (CuAs + Sb; табл. 1, № 27), что косвенно указывает на использование металла северокавказской зоны цветной металлообработки [Барцева, 1974, с. 32].

Помимо сплавов из цветных металлов, в выборку попало небольшое количество изделий из серебра (табл. 1, № 19, 25–26, 48, 63, 72) – здесь интересно посмотреть пробность изделий. Так, кольцо из погребения 2 кургана 11 могильника Неткачево и уздечная пряжка, украшенная вставками из зеленого глухого стекла (?) из погребения 2 кургана 27 Жутовского курганного могильника, были выполнены из высокопробного серебра (950–960°), при пониженном содержании таких «коренных» примесей, как Fe, Pb, Zn, Au, Bi. Драгоценный металл пары подвесок в виде спиралей, скрученных в 1,5 оборота, из курганного могильника Калиновский II относится к многокомпонентному низкопробному серебру, разбавленному оловянной бронзой и содержащему значительную присадку золота (3,03–3,1 %; следов ртути при анализе не выявлено). Повышенное содержание золота в серебре фиксируется также для перстня с кастом из погребения 1 кургана 34 могильника Аксай II и в металле сосуда из погребения 1 кургана 51 курганного могильника Перегрузное I; причины связать повышенное содержание золота с утраченными следами золочения пока просматриваются лишь для перстня с кастом (табл. 1, № 63), в остальных случаях это может быть «сигналом» использования серебра из источников, относящихся к Au-Ag типам месторождений; или лома цветного и драгоценного металлов» [Voudouris et al., 2019].

Динамику изменения номенклатуры металлов и сплавов в полученной выборке, на наш взгляд, удалось проследить достаточно отчетливо (рис. 7). Ранний период (IV–I вв. до н.э.) характеризуется доминированием высоколегированной оловянной бронзы, присутствует также «чистая» медь. В период II–I вв. до н.э. – рубеж эр на территории Нижнего Поволжья, при доминировании оловянной, преимущественно, низколегированной бронзы, также циркулируют такие сплавы, как тройная бронза (CuSnPb), мышьяковистая бронза (CuAs), серебро, с I в. до н.э. фиксируется появление низколегированного многокомпонентного сплава и латуни. На период I –

первой половины II в. н.э. приходится резкое увеличение общей доли сплавов с цинком (высоко- и низколегированной двухкомпонентной латуни, оловянной и свинцовой латуни), тройной бронзы и «чистой» меди, а вот доля «классической» оловянной бронзы в выборке значительно падает, но не исчезает полностью.

Не менее любопытной оказалась и динамика содержания основных легирующих компонентов в некоторых сплавах: так, максимальное содержание олова в двойной бронзе приходится на I – первую половину II в. н.э. – из нее отлиты зеркала, как и в предыдущих хронологических периодах, но для изготовления других категорий предметов во всей выборке использовалась оловянная бронза с содержанием олова в пределах от 5 до 13 %. Цинкосодержащие сплавы демонстрируют следующую картину: группа высокоцинковых сплавов не выходит за пределы I – начала II в. н.э., и в основном в выборке представлены сплавы с цинком в пределах 5–10 %. Также интересны прослеженные изменения рецептуры сплава для тройной бронзы: для периода II–I вв. до н.э. фиксируется использование сплава с доминированием олова над свинцом, а в период I – первой половины II в. н.э. стабильно использование сплава с доминированием свинца над оловом.

Заключение

Представляется крайне любопытным попытаться связать полученные по выявленной динамике изменений в номенклатуре металлов и сплавов данные с реконструкцией основных процессов, протекавших в Нижнем Поволжье в среднесарматский период, предложенной А.С. Скрипкиным [2017, с. 201]. Территория расположения погребальных памятников, предметы из которых нами исследовались в данной выборке, отождествляется с местом расселения аорсов Страбона во II–I вв. до н.э.; в этот период номенклатура металлов и сплавов, зафиксированных в данной выборке, подтверждает уже отмечавшуюся значительную близость с обширным северокавказским центром цветной металлообработки [Барцева, 1974, с. 32–33, рис. 9]. Период I – первой половины II в. н.э., с его резкой сменой в выборке ведущих типов сплавов

на цинкосодержащие (так называемый «индекс романизации») [Dungworth, 1997], четко указывает нам на близость с другим крупным центром цветной металлообработки этого времени – северопричерноморским [Барцева, 1974, с. 34–36; Смекалова и др., 2022]. В выборке присутствует также некоторое количество предметов, сплавы которых могут быть связаны с центром производства высокоцинковых латуней в Центральной Азии [Pollard, Liu, 2022]. Косвенным образом это коррелирует с наблюдением о появлении на территории Нижнего Поволжья другого населения, наладившего отсутствовавшие ранее контакты с Северным Причерноморьем и Востоком [Скрипкин, 2017, с. 201–202].

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 23-18-00088 «Начало противостояния Востока и Запада. Борьба Митридата VI с Римом и судьбы народов Таврики и Синдики в позднем элли-

низме в свете новых археологических данных: мультидисциплинарное исследование».

This study was funded by the Russian Science Foundation, project no. 23-18-00088 “The beginning of the confrontation between East and West. The struggle of Mithridates VI with Rome and the fate of the peoples of Taurica and Sindica in late Hellenism in the light of new archaeological data: a multidisciplinary study”.

² Выражаю искреннюю признательность сотрудникам Волгоградского областного краеведческого музея А.В. Кривошеевой и С.С. Ролдугиной за оказанное содействие и помощь в работе над выборкой.

³ Выражаю искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории археологических исследований им. А.С. Скрипкина Волгоградского государственного университета за возможность работать с предметами из раскопок экспедиций лаборатории.

⁴ Состав металла анализировался только для части клада.

⁵ При проведении анализа патера не изымалась из музейной витрины, поэтому проверить полученные данные не удалось.

ПРИЛОЖЕНИЯ

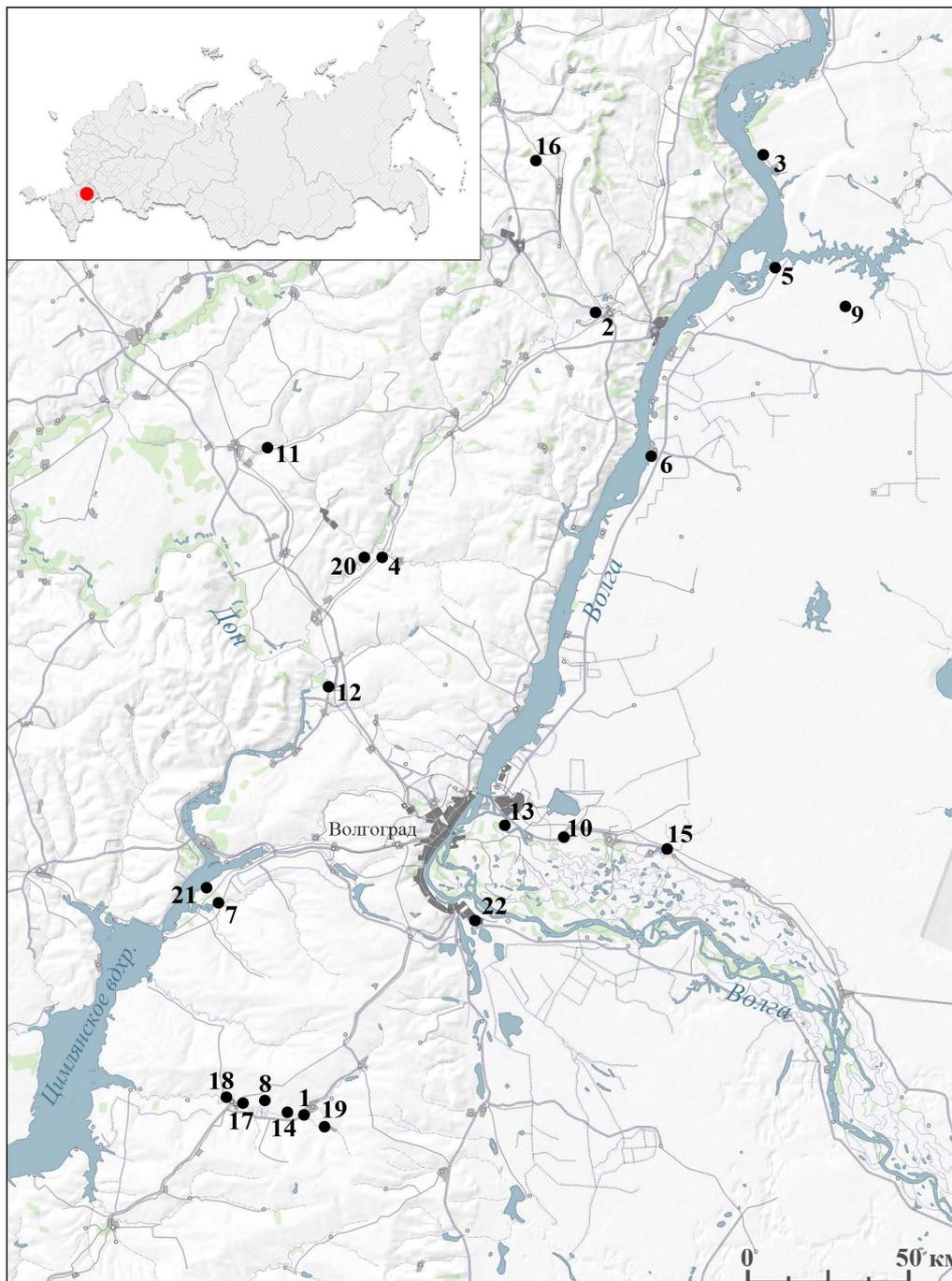


Рис. 1. Карта памятников:

1 – Аксай I, II; 2 – Барановка; 3 – Белокаменка; 4 – Бердия; 5 – Бережновка; 6 – Быково; 7 – Вербовский I; 8 – Жутово; 9 – Западные могилы; 10 – Заплавное; 11 – Калиновский II; 12 – Качалинский «клад»; 13 – Кияковка; 14 – Ковалевка; 15 – Колобовка III; 16 – Неткачево; 17 – Октябрьский II; 18 – Октябрьский V; 19 – Перегрузное I; 20 – Писаревка II; 21 – Приморский; 22 – Химкомбинат Б

Fig. 1. Map of monuments:

1 – Aksay I, II; 2 – Baranovka; 3 – Belokamenka; 4 – Berdiya; 5 – Berezhnovka; 6 – Bykovo; 7 – Verbovskiy I; 8 – Zhutovo; 9 – Zapadnye mogily; 10 – Zaplavnoe; 11 – Kalinovskiy II; 12 – Kachalinskii “hoard”; 13 – Kilyakovka; 14 – Kovalevka; 15 – Kolobovka III; 16 – Netkachevo; 17 – Oktyabrskiy II; 18 – Oktyabrskiy V; 19 – Peregruznoe I; 20 – Pisarevka II; 21 – Primorskii; 22 – Himkombinat B



Рис. 2. Примеры предметов, привлеченных для анализа химического состава металла:

- 1 – шпилька из погребения 1 кургана 26 могильника Перегрузное I;
- 2 – поясная пряжка из погребения 19 кургана 15 могильника Аксай I;
- 3 – ручки шкатулок из раскопок 1991 г. курганного могильника Бердия;
- 4 – зеркало из погребения 1 кургана 7 могильника Вербовский III

Fig. 2. Examples of objects used to analyze the chemical composition of the metal:

- 1 – hairpin from burial 1 of kurgan 26 of the Peregruznoe I kurgan cemetery;
- 2 – belt buckle from burial 19 of kurgan 15 of the Aksai I kurgan cemetery;
- 3 – handles of boxes from the 1991 excavations of the Berdiya kurgan cemetery;
- 4 – mirror from burial 1 of kurgan 7 of the Verbovsky III kurgan cemetery

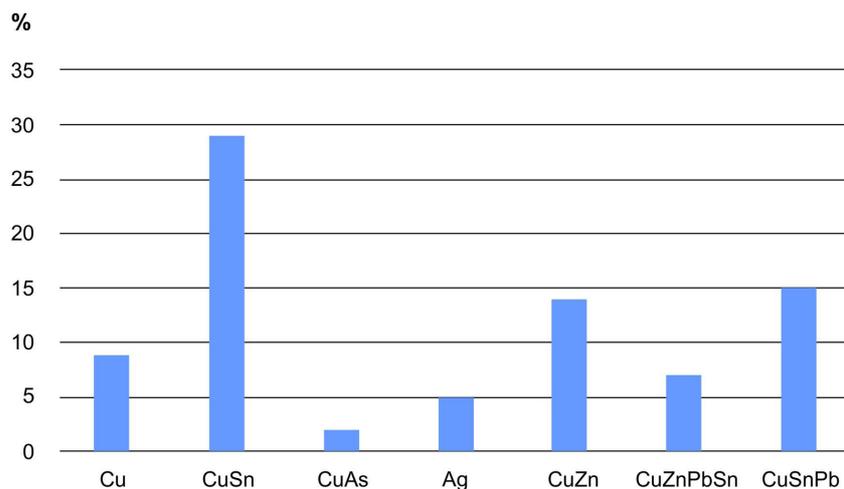


Рис. 3. Номенклатура основных металлов и сплавов в аналитической выборке II в. до н.э. – II в. н.э.
 Fig. 3. Nomenclature of base metals and alloys in the analytical sample of the 2nd century BC – 2nd century AD

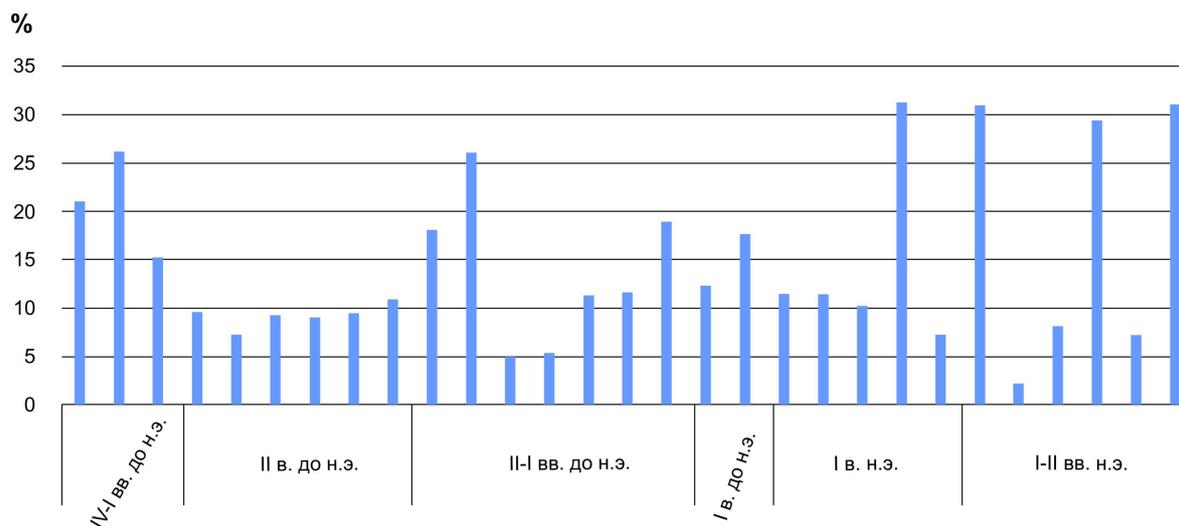


Рис. 4. Гистограмма по вариациям содержания олова в оловянной бронзе
 Fig. 4. Histogram of variations in tin content in tin bronze

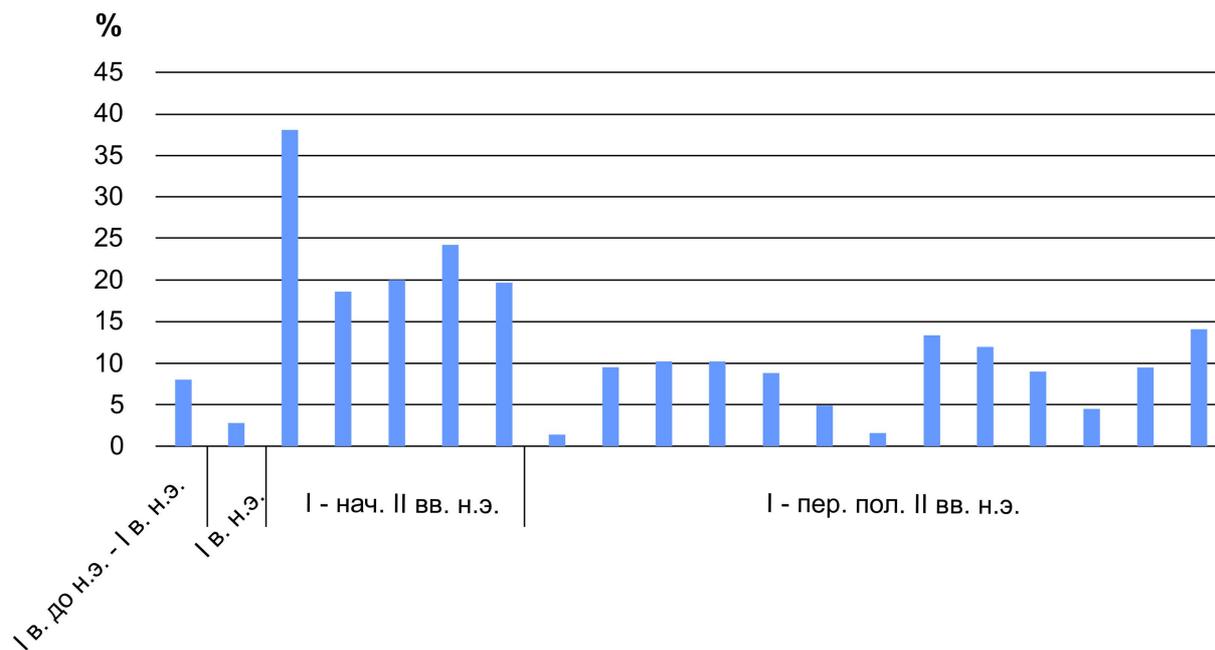


Рис. 5. Гистограмма по вариациям содержания цинка в цинкосодержащих сплавах
 Fig. 5. Histogram of variations in zinc content in zinc-containing alloys

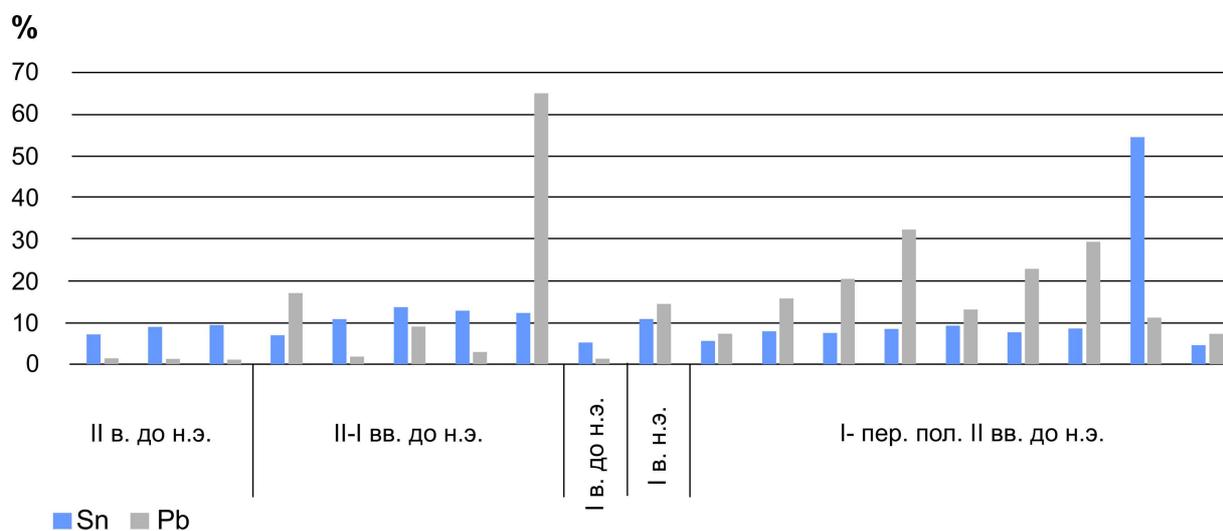


Рис. 6. Гистограмма по вариациям содержания олова и свинца в тройной бронзе
 Fig. 6. Histogram of variations in tin and lead content in triple bronze

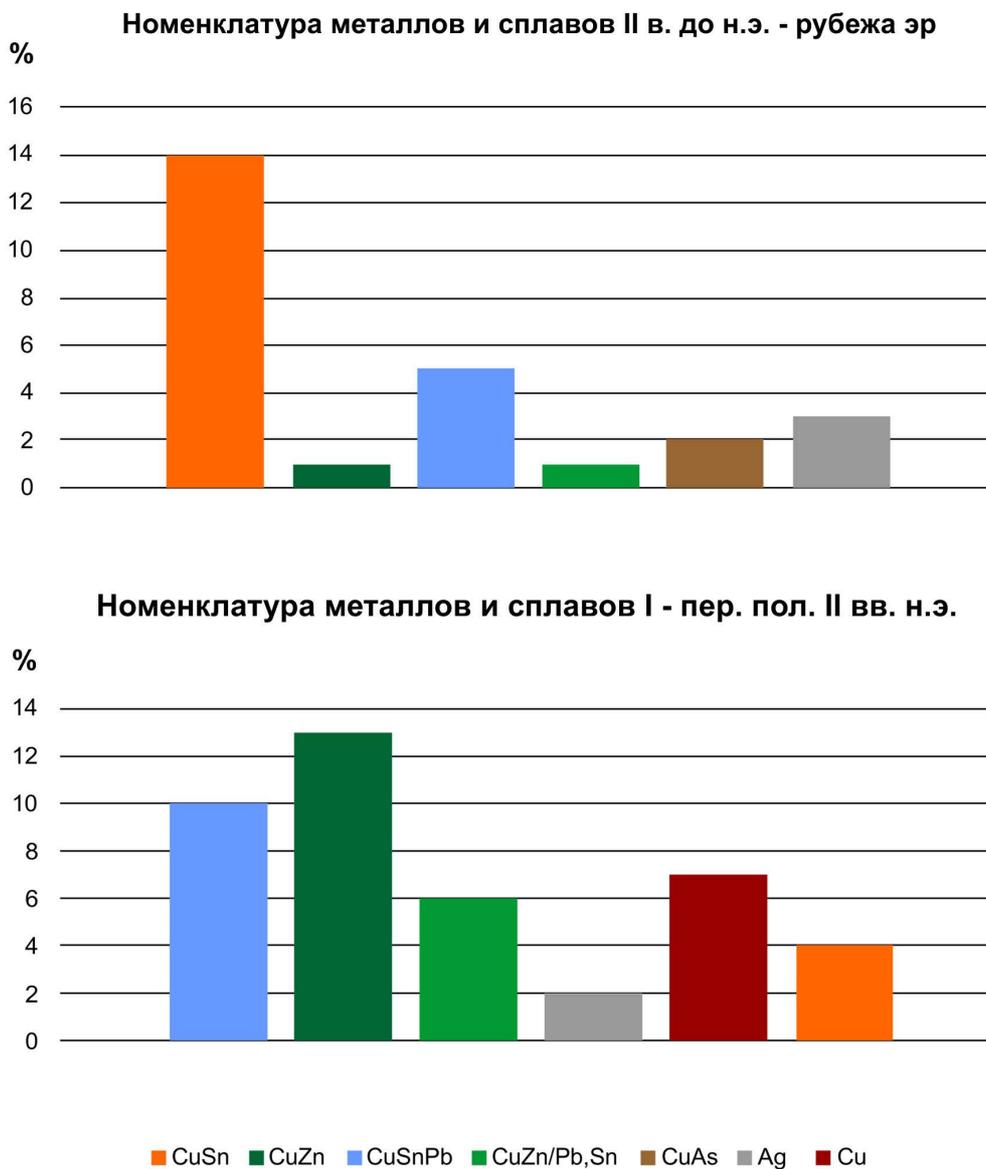


Рис. 7. Гистограммы по динамике изменения номенклатуры основных металлов и сплавов в аналитической выборке II в. до н.э. – II в. н.э.

Fig. 7. Histograms on the dynamics of changes in the nomenclature of basic metals and alloys in the analytical sample of the 2nd century BC – 2nd century AD

Таблица 1. Результаты исследования химического состава металла предметов из погребальных памятников среднесарматского периода методом РФА

Table 1. The results of the study of the chemical composition of the metal objects from the Middle Sarmatian period funerary monuments using by XRF method

№ п/п	Ивв. № ВОКМ	Памятник	Паспорт	Предмет	Датировка	№ ин.	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sb	Ag	Sn	Pb	Bi	Au
1	ВОКМ 27405/70	Белокаменка 1987	кург. 6 погр. 5 пл. 3	зеркало	IV–I вв. до н.э.	1333	0	0,36	0	0	78,428	0,001	0,01	0,12	0,04	21,04	0,001	0	0
2	ВОКМ 12183/4	Жутово 1965	кург. 34 погр. 5 пл. 2	зеркало	IV–I вв. до н.э.	1338	0	0,001	0	0	73,746	0,001	0,04	0,001	0	26,21	0,001	0	0
3		Киляковка 1984	кург. 3 погр. 7 пл. 4	пряжка	IV–I вв. до н.э.	1350	0,37	0,32	0	0,02	98,95	0,25	0,09	0	0	0	0	0	0
4	ВОКМ 6805/46	Киляковка 1984	кург. 4 погр. 7 пл. 6	зеркало	IV–I вв. до н.э.	1354	0	0,21	0,02	0,04	84,389	0,001	0,09	0	0	15,23	0,02	0	0
5	ВОКМ 32836	Качалинский клад		налобник	II в. до н.э.	1278	0	0,08	0,04	0,04	89,239	0,001	0,25	0	0	9,66	0,69	0	0
6		Качалинский клад		крючок-застежка в зверином стиле	II в. до н.э.	1279	0,02	0,04	0,03	0,03	90,879	0,001	0,13	0,11	0,05	7,23	1,48	0	0
7		Качалинский клад		бляшка большая	II в. до н.э.	1280	0	0,4	0,04	0,04	89,06	0,92	0,24	0	0	9,26	0,04	0	0
8		Качалинский клад		бляшка малая	II в. до н.э.	1281	0	0,15	0,07	0,13	88,839	0,001	0,18	0,16	0,13	9,05	1,29	0	0
9		Качалинский клад		бусина малая	II в. до н.э.	1282	0,03	0,03	0,01	0,06	88,36	0,08	0,24	0,41	0,11	9,47	1,2	0	0
10		Качалинский клад		лунница (узда)	II в. до н.э.	1283	0,1	0,1	0,06	0,07	88,269	0,001	0,2	0	0,04	10,91	0,25	0	0
11	ВОКМ 19000/25	Химкомбинат Б 1981	кург. 4 погр. 1	пряжка восьмеркообразная	II–I вв. до н.э.	1277	0	0	0	0,03	99,859	0,001	0,05	0	0	0,06	0	0	0
12	ВОКМ 8101/9	Быково 1977	кург. 2 погр. 3 пл. 2	зеркало	II–I вв. до н.э.	1358	0	0,14	0	0,02	81,499	0,001	0,08	0	0	18,1	0,16	0	0
13	ВОКМ 32012/1	Западные могилы 1999	кург. 12 погр. 1	котельчик-подвеска	II–I вв. до н.э.	1266	0,58	0,03	0	0,001	98,779	0,03	0,18	0,21	0	0,07	0,12	0	0
14	ВОКМ 5856/2	Заплавное 1958	кург. 8 погр. 7	колокольчик-подвеска	II–I вв. до н.э.	1269	0	0,24	0	0	75,379	0,08	0	0,001	0	7,06	17,24	0	0
15	ВОКМ 29002/21	Быково 1978	кург. 11 погр. 6	колокольчик-подвеска	II–I вв. до н.э.	1270	1,02	0,06	0,02	0,06	96,868	0,001	1,51	0,42	0,04	0	0,001	0	0
16	ВОКМ 32668/20	Аксай I 2005	кург. 15 погр. 19 пл. 9	пряжка	II–I вв. до н.э.	1301	0	0,07	0,01	0,03	86,659	0,001	0,28	0,13	0,04	10,88	1,9	0	0
17	ВОКМ 31993	Перегрузное I 2001	кург. 23 погр. 6 пл. 12	зеркало	II–I вв. до н.э.	1312	0	0	0	0	76,999	0,1	0	0,001	0	13,72	9,18	0	0
18	ВОКМ 32100	Перегрузное I 2002	кург. 31 погр. 2 пл. 5	зеркало	II–I вв. до н.э.	1314	0	0,16	0,04	0,06	72,8	0,34	0,14	0	0	26,12	0,34	0	0
19	ВОКМ 9620	Неткачево 2003	кург. 11 погр. 2 пл. 5	кольцо	II–I вв. до н.э.	1320	0	0,37	0	0,02	1,96	0	0,48	0,16	96,02	0	0	0,18	0,81
20	ВОКМ 31505/9	Аксай I 1997	кург. 2 погр. 2 пл. 1	зеркало дисконидное	II–I вв. до н.э.	1331	0	0,02	0	0	83,84	0,22	0	0	0	12,9	3,02	0	0
21	ВОКМ 31993/16	Перегрузное 2001	кург. 18 погр. 2 пл. 2	зеркало с валиком и ручкой сбоку	II–I вв. до н.э.	1332	0	0,04	0	0	94,998	0,001	0	0	0	4,96	0,001	0	0
22		Аксай I 1997	кург. 8 погр. 15 пл. 4	зеркало	II–I вв. до н.э.	1342	0	0,001	0	0	94,568	0,001	0,02	0	0	5,36	0,05	0	0
23	ВОКМ 9764/3	Аксай I 2005	кург. 15 погр. 7 пл. 6	зеркало	II–I вв. до н.э.	1345	0	0,08	0	0,02	88,419	0,001	0,1	0	0	11,33	0,05	0	0
24	ВОКМ 34489/1	Ковалевка 2020	кург. 22 отвал	ручка сосуда	II–I вв. до н.э.	1346	0	0,44	0,03	0,02	22,16	0,04	0	0	0	12,37	64,94	0	0
25		Калиновский II 2022	погр. 11 пл. 2	подвеска в виде колечка 1,5	II–I вв. до н.э.	1347	0	0,57	0	0	12,42	0	0,08	0	81,9	1,36	0	0,57	3,1
26		Калиновский II 2022	погр. 11 пл. 2	подвеска в виде колечка 1,5	II–I вв. до н.э.	1348	0	0,18	0	0,01	22,55	0	0,2	0	72,59	0,9	0	0,54	3,03
27		Калиновский II 2022	погр. 11 пл. 1	зеркало	II–I вв. до н.э.	1356	0	0,29	0	0	93,738	0,12	4,3	1,55	0	0,001	0,001	0	0
28	ВОКМ 9817/5	Ковалевка 2006	кург. 1 погр. 8 пл. 3	зеркало с валиком и штырем	II–I вв. до н.э.	1357	0,01	0,14	0,03	0,05	88,099	0,001	0	0	0	11,63	0,04	0	0
29	ВОКМ 27402/11	Бережновка 1988	кург. 1 погр. 6 пл. 1	зеркало	II–I вв. до н.э.	1335	0	0,59	0	0,04	80,278	0,001	0,1	0,001	0	18,95	0,04	0	0
30		Вербовский I 2013	кург. 15 погр. 1	подвеска-уточка	I в. до н.э.	1272	0	0,04	0,03	0,03	86,479	0,001	0,17	0	0,04	12,31	0,9	0	0
31	ВОКМ 31453/4	Писаревка II 2000	кург. 6 погр. 2	пряжка	I в. до н.э.	1273	0	0,08	0	0,39	90,409	0,001	1,62	0,83	0	5,24	1,43	0	0
32	ВОКМ 31453/2	Писаревка II 2000	кург. 6 погр. 2 пл. 1	зеркало	I в. до н.э.	1336	0	0,17	0	0	82,049	0,001	0,05	0	0	17,68	0,05	0	0

Продолжение таблицы 1

Continuation of Table 1

33	ВОКМ 33951/ 14	Ковалев- ка 2014	кург. 8 погр. 2 пл. 6	фибула Aucissa	I в. до н.э. – I в. н.э.	1263	0	0,06	0	0	90,75	8,06	0,04	0	0,09	0,89	0,11	0	0
34	ВОКМ 33458/2	Пере- грузное I 2020	кург. 45 погр. 3 пл. 7	браслет с шишеч- ками	I в. н.э.	1262	0,03	0	0,04	0	73,55	0,27	0	0,38	0,17	10,93	14,63	0	0
35	ВОКМ 12248	Жутово 1965	кург. 34 погр. 3 пл. 5–6	зеркало с валиком и костя- ной руч- кой	I в. н.э.	1284	0	0,09	0	0,04	88,269	0,001	0,06	0	0	11,5	0,04	0	0
36	ВОКМ 30200/3	Октябрь- ский V 1995	кург. 1 погр. 1	атташ	I в. н.э.	1285	0	0,04	0,04	0,07	87,739	0,001	0,07	0	0,04	11,45	0,55	0	0
37	ВОКМ 30200/4	Октябрь- ский V 1995	кург. 1 погр. 1	ручка	I в. н.э.	1286	0	0,03	0,07	0,1	89,119	0,001	0,04	0,13	0,05	10,22	0,24	0	0
38	ВОКМ 30200/ 29	Октябрь- ский V 1995	кург. 1 погр. 1	ножка	I в. н.э.	1287	0,31	0	0,09	0,08	81,879	2,8	0,33	0,001	0	12,54	1,97	0	0
39	ВОКМ 32503	Акса́й I 2004	кург. 13 погр. 1 пл. 1	зеркало	I в. н.э.	1322	0	0	0	0	68,677	0,001	0,03	0,001	0	31,29	0,001	0	0
40	ВОКМ 33458/4	Пере- грузное I 2010	кург. 45 погр. 3 пл. 10	зеркало	I в. н.э.	1339	0	0,04	0	0,03	92,608	0,001	0,05	0	0,04	7,23	0,001	0	0
41	ВОКМ 32010/ 38-39	Колобов- ка III 1999	кург. 6 погр. 2 пл. 4	шпилька	I – нач. II в. н.э.	1325	0	0,56	0,1	0	59,64	38,12	0,18	0	0,2	0,78	0,42	0	0
42	ВОКМ 32010/ 38-39	Колобов- ка III 1999	кург. 6 погр. 2 пл. 4	шпилька	I – нач. II в. н.э.	1326	0,75	0,2	0	0,02	79,63	18,63	0,03	0	0,12	0,41	0,21	0	0
43	ВОКМ 32010/ 38-39	Колобов- ка III 1999	кург. 6 погр. 2 пл. 4	шпилька	I – нач. II в. н.э.	1327	0,4	0,21	0	0,001	79,099	19,86	0,03	0	0	0,26	0,14	0	0
44	ВОКМ 32100/ 11,12	Пере- грузное I 2002	кург. 26 погр. 1 пл. 2	шпилька	I – нач. II в. н.э.	1264	0	0,49	0	0,03	74,16	24,22	0,07	0	0,19	0,63	0,21	0	0
45	ВОКМ 32100/ 11,12	Пере- грузное I 2002	кург. 26 погр. 1 пл. 2	шпилька	I – нач. II в. н.э.	1265	0,68	0,24	0	0,001	78,899	19,71	0,02	0	0	0,34	0,11	0	0
46	ВОКМ 25800/ 22	Баранов- ка I 1982	кург. 3 погр. 1	подвеска- колесо	I – пер. пол. II в. н.э.	1274	0	0,38	0	0,04	94,74	1,38	0,44	0,19	0	1,95	0,88	0	0
47	ВОКМ 31505/ 61	Акса́й I 1997	кург. 8 погр. 13	фалар	I – пер. пол. II в. н.э.	1275	0	0	0	0	84,99	0,13	0,83	0,76	0,19	5,7	7,4	0	0
48	ВОКМ 16113/ 11	Жутово 1974	кург. 27 погр. 2	пряжка уздечная	I – пер. пол. II в. н.э.	1276	0,02	0,62	0	0,01	1,79	0,06	0,69	0,23	95,39	0	0,25	0,4	0,54
49	ВОКМ 32011/2	Вербов- ский II 1999	кург. 9 погр. 1	протома (баран) на ручке патеры	I – пер. пол. II в. н.э.	1288	0	0	0	0	76,03	0,1	0	0	0	8,03	15,84	0	0
50	ВОКМ 32011/2	Вербов- ский II 1999	кург. 9 погр. 1	ручка патеры	I – пер. пол. II в. н.э.	1289	0	0	0	0	71,77	0,13	0	0	0	7,55	20,55	0	0
51	ВОКМ 32011/2	Вербов- ский II 1999	кург. 9 погр. 1	патера	I – пер. пол. II в. н.э.	1290	0	0	0	0	59,069	0,1	0	0,001	0	8,51	32,32	0	0
52	ВОКМ 29152/9	Октябрь- ский II 1993	кург. 1 погр. 1	фибула- птичка	I – пер. пол. II в. н.э.	1271	0	0,29	0	0,09	88,1	9,52	0	0,46	0,21	1,01	0,32	0	0
53	ВОКМ 29152/6	Октябрь- ский II 1993	кург. 1 погр. 1 пл. 10	пряжка	I – пер. пол. II в. н.э.	1329	0	0,46	0	0	88,619	10,24	0,05	0,001	0	0,54	0,09	0	0
54	ВОКМ 29152/ 30	Октябрь- ский II 1993	кург. 1 погр. 1 пл. 22 тайник	пряжка	I – пер. пол. II в. н.э.	1330	0	1,71	0	0	84,509	10,3	0,14	0,001	0,06	0,89	2,39	0	0
55	ВОКМ 32100/1	Пере- грузное I 2002	кург. 24 погр. 1 пл. 1	браслет (подвес- ка)	I – пер. пол. II в. н.э.	1267	0	0,03	0	0,001	97,908	0,001	1,77	0	0	0,29	0	0	0
56	ВОКМ 33335	Пере- грузное I 2009	кург. 42 погр. 1 пл. 2	предмета фр-т	I – пер. пол. II в. н.э.	1300	0,02	0,99	0	0,03	96,559	0,001	0	0	0	0,54	1,86	0	0
57		Акса́й I 2014	кург. 21 погр. 1 пл. 6	предмета фр-т	I – пер. пол. II в. н.э.	1302	0	1,77	0	0	66,969	0	0,11	0,001	0	31	0,15	0	0
58	ВОКМ 10261/4	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 2 пл. 3	карабин- чик	I – пер. пол. II в. н.э.	1303	0	0,68	0	0	89,369	8,78	0,41	0,001	0	0,29	0,47	0	0
59	ВОКМ 33573	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 1 пл. 9	пряжка со штифта- ми	I – пер. пол. II в. н.э.	1305	0	5,63	0	0,03	43,588	4,88	0	0,001	0,09	0,001	45,78	0	0
60	ВОКМ 10088/ 11-14	Пере- грузное I 2009	кург. 43 погр. 1 пл. 3	бляшка тисненная круглая	I – пер. пол. II в. н.э.	1306	0	0,32	0	0,001	97,397	0,001	0,02	0	0,07	2,19	0,001	0	0
61	ВОКМ 10088/ 11-14	Пере- грузное I 2009	кург. 43 погр. 1 пл. 3	бляшка тисненная круглая	I – пер. пол. II в. н.э.	1307	0	0,32	0,01	0,07	98,859	0,001	0	0	0,07	0,61	0,06	0	0
62	ВОКМ 10088/ 11-14	Пере- грузное I 2009	кург. 43 погр. 1 пл. 3	бляшка тисненная круглая	I – пер. пол. II в. н.э.	1308	0	0,44	0	0,03	91,178	0,001	0	0,21	0	8,14	0,001	0	0

Окончание таблицы 1

End of Table 1

63	ВОКМ 9862/9 нв	Акса́й II 2006	кург. 34 погр. 1 пл. 17	перстень с кастом	I – пер. пол. II в. н.э.	1309	0	0,19	0	0	1,64	0	0,75	0	92,84	0	0	0,73	3,85
64	ВОКМ 32837/ 57	Акса́й II 2006	кург. 26 погр. 1 пл. 3	фибула профили- рованная	I – пер. пол. II в. н.э.	1310	0,00 1	5,38	0,11	0,001	92,038	1,63	0	0	0	0	0,84	0	0
65	ВОКМ 33799/7	Пере- грузное I 2012	кург. 52 погр. 2 пл. 4	пряжка	I – пер. пол. II в. н.э.	1311	0	6,9	0,34	0,23	67,679	13,36	0	0	0	0,001	11,49	0	0
66	ВОКМ 33799/ 18	Пере- грузное I 2012	кург. 52 погр. 2 пл. 5	кольцо	I – пер. пол. II в. н.э.	1313	0	0,96	0,12	0	71,248	11,98	0	0,001	0	0,001	15,69	0	0
67	ВОКМ 10088/9	Пере- грузное I 2009	кург. 42 погр. 2 пл. 4	колечко	I – пер. пол. II в. н.э.	1315	0,03	0,97	0,05	0	88,418	9	0,001	0,001	0	0,58	0,95	0	0
68		Акса́й I 2014	кург. 21 погр. 1 пл. 7	пластина	I – пер. пол. II в. н.э.	1316	0	0,19	0	0	69,969	0,19	0,12	0,001	0	29,41	0,12	0	0
69	ВОКМ 33573	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 1 пл. 12	обойма ножа	I – пер. пол. II в. н.э.	1317	0	7,01	0	0	69,94	0,21	0	0,24	0	9,38	13,22	0	0
70	ВОКМ 9982/4	Зензеват- ка I 2008	кург. 6 погр. 1 пл. 3	бляшка- скорлуп- ка	I – пер. пол. II в. н.э.	1318	0	0,4	0	0	92,36	4,49	0,07	0,11	0,08	1,99	0,5	0	0
71	ВОКМ 9982/8	Зензеват- ка I 2008	кург. 6 погр. 1 пл. 6	скоба (крепеж)	I – пер. пол. II в. н.э.	1319	0,02	0,31	0	0,04	91,809	0,001	0,28	0	0,07	7,19	0,28	0	0
72	ВОКМ 33573	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 1 пл. 3	сосуд	I – пер. пол. II в. н.э.	1321	0,01	1,67	0	0	12,04	0	0,31	0	82,02	0,43	0,34	0,56	2,62
73	ВОКМ 28007/ 15	Бердия 1991	кург. 3 погр. 1 пл. 10	ручка от дерев. шкатулки	I – пер. пол. II в. н.э.	1323	0	0,06	0	0	90,41	9,43	0,01	0	0,06	0	0,03	0	0
74	ВОКМ 28007/ 16	Бердия 1991	кург. 3 погр. 1 пл. 10	ручка от дерев. шкатулки	I – пер. пол. II в. н.э.	1324	0	0,09	0	0	85,719	14,04	0	0,001	0	0,11	0,04	0	0
75	ВОКМ 32066/ 28	Вербов- ский III 2002	кург. 2 погр. 1 пл. 8	зеркало	I – пер. пол. II в. н.э.	1334	0,01	0,07	0,01	0,04	98,609	0,001	0	0	0	1,23	0,03	0	0
76	ВОКМ 31518/ 45	Пере- грузное I 2000	кург. 14 погр. 1 пл. 1	браслет дротовый	I – пер. пол. II в. н.э.	1337	0,01	0,63	0	0,05	98,719	0,001	0,13	0,24	0	0,11	0,11	0	0
77	ВОКМ 33573/ 38	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 2 пл. 12	кольцо	I – пер. пол. II в. н.э.	1340	0	0,18	0	0	68,939	0,16	0	0,001	0	7,82	22,9	0	0
78	ВОКМ 33573/ 39	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 2 пл. 12	кольцо	I – пер. пол. II в. н.э.	1341	0	0,2	0	0	61,29	0,09	0	0,25	0,08	8,65	29,44	0	0
79	ВОКМ 9862/8	Акса́й II 2006	кург. 34 погр. 1 пл. 15	зеркало с умбоном и ручкой- штырем	I – пер. пол. II в. н.э.	1343	0,02	0,62	0	0	67,918	0,36	0	0,001	0	31,08	0,001	0	0
80	ВОКМ 33573	Пере- грузное I 2011	кург. 51 погр. 2 пл. 7	зеркало	I – пер. пол. II в. н.э.	1344	0	0,34	0,04	0,06	33,66	0,14	0	0	0	54,54	11,22	0	0
81	ВОКМ 32000/ 13	Примор- ский I 1998	кург. 5 погр. 2 пл. 1	пряжка круглая	I – пер. пол. II в. н.э.	1349	1,46	0,12	0	0	97,77	0	0,58	0	0,07	0	0	0	0
82	ВОКМ 6805/29	Киляков- ка 1984	кург. 3 погр. 3 пл. 8	обкладка	I – пер. пол. II в. н.э.	1353	0	0,53	0	0,09	86,599	0,001	0,47	0,31	0,07	4,61	7,32	0	0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барцева Т. Б., 1974. Цветная металлообработка на Северном Кавказе в раннем железном веке // Советская археология. № 1. С. 24–37.
- Коробкова Е. А., 2015. Особенности погребального обряда среднесарматских памятников Есауловского Аксая // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4, История. Регионоведение. Международные отношения. Т. 35, № 5. С. 79–84.
- Костромичев Д. А., 2012. Римские фибулы Херсонеса // Херсонесский сборник. Вып. 17. Севастополь : М. Э. Арефьев. С. 47–154.
- Сергацков И. В., 2009. «Клад» II в. до н.э. из окрестностей станицы Качалинской // Российская археология. № 4. С. 149–159.
- Скрипкин А. С., 2017. Сарматы. Волгоград : Изд-во ВолГУ. 293 с.
- Смекалова Т. Н., 2019. Новые данные о чеканке Боспора времени Митридата VI // Вестник древней истории. Т. 79, № 3. С. 640–652.
- Смекалова Т. Н., Антипенко А. В., Лысенко А. В., Мордвинцева В. И., Деваев А. С., Леонов Л. Л., Гаврилюк А. Н., Жильцов Г. С., 2022. Феномен использования латуни для изготовления украшений в среде варварского населения римского времени // Российские нанотехнологии. Т. 17, № 5. С. 631–641.
- Трейстер М. Ю., 2019. Таз(-ы) из кургана № 1 могильника Октябрьский-V (о центре погребальных памятников кочевой элиты в междуречье Дона и Волги) // Вестник древней истории. Т. 79, № 2. С. 379–415.
- Трейстер М. Ю., 2022. Римские бронзовые патеры типов Eggers 154–155 в Сарматии // Проблемы истории, филологии, культуры. № 1. С. 23–60.
- Dungworth D., 1997. Roman Copper Alloys: Analysis of Artefacts from Northern Britain // Journal of Archaeological Science. Vol. 24 (10). P. 901–910.
- Gugl Ch., 1995. Die römischen Fibeln aus Virunum. Klagenfurt : Landesmuseum für Kärnten. 108, 33 S.
- Metcalf W. E., 2016. The Oxford Handbook of Greek and Roman Coinage. Oxford : University Press. 720 p.
- Morton V., 2019. Brass from the Past. Brass Made, Used and Traded from Prehistoric Times to 1800. Oxford : Archaeopress. 358 p., il.
- Pollard A. M., Bray P., Gosden C., Wilson A., Hamerow H., 2015. Characterising Copper-Based Metals in Britain in the First Millennium AD: A Preliminary Quantification on Metal Flow and Recycling // Antiquity. Vol. 89, № 345. P. 697–713.
- Pollard A. M., Liu R., 2022. From Alexander the Great to the Buddha: Buddhism and the Introduction of Brass Technology into China // Archaeological and Anthropological Sciences. 14:111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-022-01583-6>
- Voudouris P., Spry P. G., Melfos V., Haase K., Klemm R., Mavrogonatos C., Repstock A., Alfieris D., 2019. Gold Deposits in Greece: Hepogene Ore Mineralogy as a Guide for Precious and Critical Metal Exploration // Proceedings of the 1st International Electronic Conference on Mineral Science, 16–31 July 2018. MDPI : Basel, Switzerland. DOI: <https://doi.org/10.3390/IECMS2018-05452>

REFERENCES

- Bartseva T.B., 1974. Tsvetnaya metalloobrabotka na Severnom Kavkaze v rannem zheleznom veke [Non-Ferrous Metalworking in the North Caucasus in the Early Iron Age]. *Sovetskaya arheologiya* [Soviet Archaeology], no. 1, pp. 24-37.
- Korobkova E.A., 2015. Osobennosti pogrebal'nogo obryada srednesarmatskih pamyatnikov Esaulovskogo Aksaya [Features of Funeral Rite of Middle Sarmatian Monuments of Esaulovsky Aksai]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4. Istoriya. Regionovedenie. Mezhdunarodnye otnosheniya* [Science Journal of Volgograd State University. History. Area Studies. International Relations], vol. 35, no. 5, pp. 79-84.
- Kostromichyov D.A., 2012. Rimskie fibuly Hersonesa [Roman Brooches of Chersonesos]. *Hersonesskiy sbornik. Vyp. 17* [The Chersonese Collection. Iss. 17]. Sevastopol', M.E. Aref'ev Publ., pp. 47-154.
- Sergatskov I.V., 2009. «Klad» II v. do n.e. iz okrestnostey stantsy Kachalinskoy [The 2nd Millennium BC “Hoard” from the Vicinity of Kachalinskaya Stanitsa]. *Rossiyskaya arheologiya* [Russian Archaeology], no. 4, pp. 149-159.

- Skripkin A.S., 2017. *Sarmaty* [The Sarmatians]. Volgograd, VolSU. 293 p.
- Smekalova T.N., 2019. Novye dannye o chekanke Bospora vremeni Mitridata VI [New Data on the Bosporan Coinage in the Time of Mithradates VI]. *Vestnik drevney istorii* [Journal of Ancient History], vol. 79, no. 3, pp. 640-652.
- Smekalova T.N., Antipenko A.V., Lysenko A.V., Mordvintseva V.I., Devaev A.S., Leonov L.L., Gavrilyuk A.N., Zhil'tsov G.S., 2022. Fenomen ispol'zovaniya latuni dlya izgotovleniya ukrasheniy v srede varvarskogo naseleniya rimskogo vremeni [The Phenomenon of the Use of Brass for the Manufacture of Jewelry Among the Barbarian Population of Taurika in the Roman Time]. *Rossiyskie nanotekhnologii* [Russian Nanotechnologies], vol. 17, no. 5, pp. 631-641.
- Treister M.Yu., 2019. Taz(-y) iz kurgana № 1 mogil'nika Oktyabr'skiy-V (o tsentre pogrebal'nykh pamyatnikov kochevoy elity v mezhdurech'e Dona i Volgi) [Basin(s) from the Burial-Mound No. 1 of the Oktyabr'skiy Necropolis (On the Center of Nomadic Elite Burials in the Don-Volga Interfluve)]. *Vestnik drevney istorii* [Journal of Ancient History], vol. 79, no. 2, pp. 379-415.
- Treister M.Yu., 2022. Rimskie bronzovye patery tipov Eggers 154–155 v Sarmatii [Roman Bronze Pateras of Eggers 154–155 Types in Sarmatia]. *Problemy istorii, filologii, kul'tury* [Journal of Historical, Philological and Cultural Studies], no. 1, pp. 23-60.
- Dungworth D., 1997. Roman Copper Alloys: Analysis of Artefacts from Northern Britain. *Journal of Archaeological Science*, vol. 24 (10), pp. 901-910.
- Gugl Ch., 1995. *Die römischen Fibeln aus Virunum*. Klagenfurt, Landesmuseum für Kärnten. 108, 33 S.
- Metcalf W.E., 2016. *The Oxford Handbook of Greek and Roman Coinage*. Oxford, University Press. 720 p.
- Morton V., 2019. *Brass from the Past. Brass Made, Used and Traded from Prehistoric Times to 1800*. Oxford, Archaeopress. 358 p., il.
- Pollard A.M., Bray P., Gosden C., Wilson A., Hamerow H., 2015. Characterising Copper-Based Metals in Britain in the First Millennium AD: A Preliminary Quantification on Metal Flow and Recycling. *Antiquity*, vol. 89, no. 345, pp. 697-713.
- Pollard A.M., Liu R., 2022. From Alexander the Great to the Buddha: Buddhism and the Introduction of Brass Technology into China. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 14:111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-022-01583-6>
- Voudouris P., Spry P.G., Melfos V., Haase K., Klemm R., Mavrogonatos C., Repstock A., Alfieris D., 2019. Gold Deposits in Greece: Hepogene Ore Mineralogy as a Guide Precious and Critical Metal Exploration. *Proceedings of the 1st International Electronic Conference on Mineral Science, 16–31 July 2018*. MDPI: Basel, Switzerland. DOI: <https://doi.org/10.3390/IECMS2018-05452>

Information About the Author

Irina A. Saprykina, Candidate of Sciences (History), Senior Researcher, Department for the Preservation of Archaeological Monuments, Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Dm. Ulyanova St, 19, 117292 Moscow, Russian Federation; Researcher, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Prosp. Akademika Vernadskogo, 4, 295007 Simferopol, Russian Federation, dolmen200@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0059-0170>

Информация об авторе

Ирина Анатольевна Сапрыкина, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Отдел сохранения археологического наследия, Институт археологии РАН, ул. Дм. Ульянова, 19, 117292 г. Москва, Российская Федерация; научный сотрудник, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, просп. Академика Вернадского, 4, 295007 г. Симферополь, Российская Федерация, dolmen200@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0059-0170>