

Академия наук Республики Татарстан
Марийский государственный университет

ПОВОЛЖСКАЯ
АРХЕОЛОГИЯ

№ 1 (15)

2016

*Номер журнала посвящен
памяти известных российских археологов
О.В. Данилова, В.Н. Мартыанова и И.М. Петербургского*

СОДЕРЖАНИЕ

Статьи

- Федулов М.И. (Чебоксары, Россия), Соловьев Б.С. (Йошкар-Ола, Россия).*
Аблязовский курган (к вопросу о курганных могильниках
балановской культуры) 8
- Сапрыкина И.А., Кузьминых С.В., Пельгунова Л.А. (Москва, Россия).*
Исследование химического состава цветного металла
Ананьинского могильника 26
- Голдина Р.Д., Бернц В.А. (Ижевск, Россия).*
Хронология погребений I–II вв. Тарасовского могильника 41
- Ставицкий В.В. (Пенза, Россия).*
Хронология арочных шумящих подвесок с конями 90
- Лецинская Н.А. (Ижевск, Россия).*
«Жертвенные комплексы» как элемент погребальных традиций
населения Вятского края в раннем средневековье 102
- Никитина Т.Б., Воробьева Е.Е. (Йошкар-Ола, Россия),
Федулов М.И. (Чебоксары, Россия).* Украшения Анаткасинского
могильника: о культурной принадлежности памятника 121
- Новиков А.В., Баранов В.С. (Кострома, Россия).* Городище Унорож:
предварительные итоги археологических работ 2014 г. 143
- Михеев А.В., Михеева А.И. (Йошкар-Ола, Россия).*
Носельское III селище по результатам исследований 2008 г. 169
- Волков А.В. (Чебоксары, Россия).* Погребальный обряд чувашей
и финно-угров (сопоставительный анализ) 182
- Никитина Т.Б. (Йошкар-Ола, Россия), Павлова Н.А. (Москва, Россия).*
Об одном типе украшений марийского костюма XVI–XVIII вв. 191
- Данилов П.С. (Йошкар-Ола, Россия), Макарова Е.М. (Казань, Россия),
Блинова Д.С. (Йошкар-Ола, Россия).*
«Новокрещены» Входоиерусалимского некрополя Царевококшайска:
историко-археологический и антропологический анализ 202
- Губайдуллин А.М., Хузин Ф.Ш., Шакиров З.Г. (Казань, Россия).*
О фортификации «Великого города» – Биляра 223

Заметки

- Воробьева Е.Е. (Йошкар-Ола, Россия), Федулов М.И. (Чебоксары, Россия).*
«Большие Ключищи» Ульяновской области как новый
археологический комплекс: предварительные итоги235
- Королева М.С. (Саранск, Россия).*
Сумки из древнемордовских памятников VII–X вв.249
- Гришаков В.В., Седьшев О.В., Любимкина Е.С. (Саранск, Россия).*
Находки раннесредневековых ритуальных ложечек
в Окско-Свияжском междуречье256

Хроника

- Зеленеев Ю.А., Иванов А.Г., Сидоров О.А. (Йошкар-Ола, Россия).*
Памяти О.В. Данилова (1954–2014).....266
- Вихляев В.И. (Саранск, Россия), Зеленеев Ю.А. (Йошкар-Ола, Россия).*
Памяти И.М. Петербургского (1937–2015).....271
- Зеленеев Ю.А. (Йошкар-Ола, Россия), Зеленцова О.В. (Москва, Россия).*
Памяти В.Н. Мартъянова (1934–2015).....275
- Ситдииков А.Г., Каримов И.Р. (Казань, Россия).* Об основных итогах
научной деятельности Института археологии им. А.Х. Халикова
Академии наук Республики Татарстан в 2015 г.276
- Список сокращений291
- Правила для авторов293

*Issue of the journal is dedicated
to the memory of famous Russian archaeologists
O.V. Danilov, V.N. Martyanov and I.M. Peterburgsky*

CONTENTS

Articles

- Fedulov M.I. (Cheboksary, Russian Federation), Soloviev B.S. (Yoshkar-Ola, Russian Federation).* Ablazovo Barrow (on the burial mounds of the Balanovo culture)8
- Saprykina I.A., Kuz'minykh S.V., Pelgunova L.A. (Moscow, Russian Federation).* Analysis of Chemical Composition of Non-Ferrous Metal Items from the Ananyino Burial Ground26
- Goldina R.D., Bernts V.A. (Izhevsk, Russian Federation).* Chronology of the 1st–2nd Century Graves from the Tarasovo Burial Ground41
- Stavitsky V.V. (Penza, Russian Federation).*
The Chronology of the Arched Rustling Pendants with Horses90
- Leshchinskaya N.A. (Izhevsk, Russian Federation).*
“Sacrificial Complexes” as an Element of Funerary Traditions of the Vyatka Population in the Early Middle Ages.....102
- Nikitina T.B., Vorobeva E.E. (Yoshkar-Ola, Russian Federation), Fedulov M.I. (Cheboksary, Russian Federation).* Jewelry from the Anatkasi Burial Ground: Towards Cultural Attribution of the Site121
- Novikov A.V., Baranov V.S. (Kostroma, Russian Federation).* The Unorozh Hillfort: Preliminary Results of Archaeological Activities in 2014143
- Mikheev A.V., Mikheeva A.I. (Yoshkar-Ola, Russian Federation).*
Nosely III Settlement by Results of Studies in 2008169
- Volkov A.V. (Cheboksary, Russian Federation).* The Funerary Ceremony of the Chuvash and Finno-Ugric Peoples (a comparative study)182
- Nikitina T.B. (Yoshkar-Ola, Russian Federation), Pavlova N.A. (Moscow, Russian Federation).* On One Type of Decoration of the Mari Costume in the 16th – 18th Centuries191
- Danilov P.S. (Yoshkar-Ola, Russian Federation), Makarova E.M. (Kazan, Russian Federation), Blinova D.S. (Yoshkar-ola, Russian Federation).* The “Neophytes” from the Vkhodoierusalimskii Necropolis in Tsarevokokshaisk: historical, archaeological and anthropological analysis.....202
- Gubaidullin A.M., Khuzin F.Sh., Shakirov Z.G. (Kazan, Russian Federation).*
On Fortification of “The Great City” of Bilyar.....223

Notes

<i>Vorobeva E.E. (Yoshkar-Ola, Russian Federation), Fedulov M.I. (Cheboksary, Russian Federation). “Bolshie Klyuchishi” (Ulyanovsk Oblast) as a New Archaeological Complex: Preliminary Results</i>	235
<i>Korolyova M.S. (Saransk, Russian Federation). Purses from Ancient Mordovian Sites of the 7th – 10th Centuries</i>	249
<i>Grishakov V.V., Sedishev O.V., Lyubimkina E.S. (Saransk, Russian Federation). Findings of Ritual Spoons of the Early Middle Ages in the Oka-Sviyaga Interfluve</i>	256

Chronicle

<i>Zeleneev Yu.A., Ivanov A.G., Sidorov O.A. (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Ad Memoriam O.V. Danilov (1954–2014)</i>	266
<i>Vikhlyaev V.I. (Saransk, Russian Federation), Zeleneev Yu.A. (Yoshkar-Ola, Russian Federation). Ad Memoriam I.M. Peterburgsky (1937–2015)</i>	271
<i>Zeleneev Yu.A. (Yoshkar-Ola, Russian Federation), Zelentsova O.V. (Moscow, Russian Federation). Ad Memoriam V.N. Martyanov (1934–2015)</i>	275
<i>Sitdikov A.G., Karimov I.R. (Kazan, Russian Federation). Key Results of Scientific Activities of the Institute of Archaeology named after A.Kh. Khalikov, Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan in 2015</i>	276
List of abbreviations	291
Submissions.....	293

УДК 903.05/052, 054

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦВЕТНОГО МЕТАЛЛА АНАНЬИНСКОГО МОГИЛЬНИКА¹

© 2016 г. И.А. Сапрыкина, С.В. Кузьминых, Л.А. Пельгунова

Публикуются результаты исследования химического состава изделий из цветного металла Ананьинского могильника. Выборка из 387 проб, полученных для наконечников стрел и копий, кельтов, втоков, чеканов, секир, ножей и кинжалов, а также предметов одежды и украшений, единичных деталей конской упряжи и узды, была проанализирована с помощью нескольких методов исследования: ОЭСА, РФА и TXRF. Полученные результаты вполне сопоставимы друг с другом. Классификация результатов проведена в соответствии с геохимическим принципом порога легирования в 1,0%. Установлено, что основу выборки составляют медные изделия, в том числе изготовленные из «чистой» меди и из меди, содержащей широкий ряд микропримесей (в частности, Ni, As, Sb). Основу анализируемой выборки (48%) составляют изделия из меди с примесями сурьмы и мышьяка или «чистой» меди (7%), оловянной или тройной бронзы (40%); в ней представлены также другие типы сплавов на основе меди или серебра (5%). Наиболее вероятным источником меди, судя по результатам анализа, являются комплексные полиметаллические руды. Традиционно наиболее вероятные рудные источники поступления металла в безрудные районы Восточной Европы связываются с месторождениями Урала, Саяно-Алтая, Казахстана и Северного Кавказа. Если для изделий из металлургически «чистой» меди рудные источники локализуются в пределах Уральской горно-металлургической области, то для предметов, отлитых из разных групп сплавов, источники поступления металла (речь идет не о прямых импортах изделий) еще предстоит выяснить в ходе дальнейших исследований.

Ключевые слова: археология, лесная полоса Восточной Европы, ранний железный век, Ананьинский могильник, цветные металлы, медь, бронзы, анализ химического состава.

Со времени выхода обобщающего труда об ананьинской цветной металлургии и металлообработке (Кузьминых, 1983) эта проблематика длительное время оставалась вне пристального внимания исследователей. Химический состав металла из крупнейших могильников ананьинской культурно-исторической области (АКИО) – Старшего Ахмыловского, Аозинского, Зуевского и Ананьинского – был изучен, прежде всего, в отношении орудий, оружия, конской

сбруи и др. Вне аналитического исследования осталась значительная часть украшений, которые составляют львиную долю бронзовых изделий этих памятников. В то же время в Лаборатории естественнонаучных методов (ЛЕНМ) ИА РАН сохранились сотни проб образцов металла, отобранных одним из авторов еще в 1970–1990-е гг. и оставшихся не проанализированными в силу различных причин.

¹ Исследование выполняется на средства гранта РГНФ № 14-01-00348а «Ананьинский могильник – публикация, исследование, каталог: воссоединение коллекции».

Особая сложность связана с изучением химического состава цветного металла Ананьинского могильника, коллекции которого хранятся в различных музеях России (Национальный музей Республики Татарстан, Государственный Исторический музей, Музей антропологии МГУ, Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого, Государственный Эрмитаж) и за рубежом (Музейное ведомство Финляндии) (Кузьминых, Чижевский, 2009, с. 8).

В 2014 г. началась работа по атрибуции и описанию коллекции Ананьинского могильника с целью подготовки ее к полноценному научному изданию как эпонимного памятника АКИО, оказавшего значительное влияние на археологию раннего железного века лесной полосы Восточной Европы. Подготовка к изданию материалов памятника включает в себя анализ химического состава металла для отобранных в предшествующее время проб из архива ЛЕНМ ИА РАН и исследование химического состава металла тех предметов, которые не попали в предшествующие выборки и публикации. В рамках этого проекта проведено изучение химического состава значительной части изделий из цветного металла из Ананьинского могильника из собраний Музейного ведомства Финляндии² и Национального музея Республики Татарстан³.

² Мы признательны руководству Музейного ведомства и особенно хранителю Леене Руонаварре за содействие в нашей работе.

³ Мы выражаем искреннюю признательность генеральному директору НМ РТ Г.Р. Назиповой за возможность проведения исследования химического состава цветного металла из Ананьинского могильника.

Исследуемая аналитическая выборка представлена в настоящее время 387 анализами, выполненными как в предшествующие годы (Кузьминых, 1978), так и в ходе работы над проектом РГНФ в 2014–2015 гг. Изучение химического состава металла проводилось различными методами. Методом полуколичественного ОЭСА на анализаторах ИСП-28 и СТЭ-1 были исследованы 82 пробы из собрания НМ РТ (методика анализа опубликована в: Черных, 1966, с. 27–34).

Методом TXRF-анализа в 2015 г. было проанализировано 160 проб металла, хранящихся в ЛЕНМ ИА РАН и отобранных в начале 1990-х гг. Исследуемые предметы происходят из покупок и раскопок И.Р. Аспелина в Ананьине в 1872 и 1877 г. и покупок А.М. Тальгрена в 1909 г. (МВФ, №№ 1400, 5381, 7261). Анализ выполнялся на TXRF-анализаторе S2 PICOFOX (PicoTax) (Bruker). Сущность данного метода, позволяющего выполнять определение качественного и количественного содержания элементов, заключается в облучении образца мягким гамма-излучением и регистрацией вторичного характеристического рентгеновского излучения каждого присутствующего в образце элемента. Абсолютная чувствительность метода составляет 10-10%. Основное отличие от традиционного РФА-анализа – использование монокроматического излучения и оптики для полного отражения (TXRF). Для проведения количественного анализа образцы измельчались до размера не менее 50 мкм и смешивались с 1%-ным раствором TRITON X100. Анализ спектра выполнялся как в автоматическом режиме, так и «вручную»;

спектра – с помощью программного обеспечения Spectra 501.

Кроме того, с помощью метода неразрушающего РФА на спектрометре M1 Mistral (Bruker) было исследовано еще 145 предметов из Ананьинского могильника (НМ РТ, № 5353) (методика анализа стандартна: Енисосова, Митоян, Сарачева, 2008, с. 114–120). Анализ выполнялся в музейных условиях. Расчет и проверка спектров проводились автоматически и «вручную» с помощью программного обеспечения XSpet.

Все полученные данные вполне сопоставимы друг с другом и могут быть использованы для характеристики анализируемой выборки, представленной результатами анализа состава металла для наконечников стрел (50%) и копий (6%), кельтов (8%), втоков, чеканов, секир, ножей и кинжалов (6%), а также разнообразных украшений (28%) и единичных образцов конской упряжи (3%), датируемых в широких хронологических пределах – VIII–VII вв. до н.э. до первых веков I тыс. н.э. (рис. 1). В данной публикации результаты по химическому составу металла приводятся совокупно, без ранжирования по хронологическим этапам АКМО.

Одним из сложных методических вопросов, возникших в ходе статистической обработки полученных данных, являлось ранжирование результатов по химическим и металлургическим группам. Традиционно металл ранних хронологических периодов ранжируется по иным показателям, чем металл более поздних эпох (к примеру: Черных, 1966; 1970; Черных, Барцева, 1972, с. 50–117; Черных, Кузьминых, 1989; Бобров, Кузьминых, Тенейшвили, 1997; Ени-

осова, Митоян, Сарачева, 2008, с. 129–132). Тем не менее для древнейшего волго-уральского металла граница оловянных бронз прослежена Е.Н. Черных с 1,0% и выше (Черных, 1970, с. 14). При обработке металла АКМО также была сделана попытка применить геохимический подход (Кузьминых, 1983, с. 10, 11). Изученные в 1970-е годы коллекции не дали четкой постоянной границы оловянных бронз, но у большинства из них порог искусственного легирования начинался все же с 1,0% и выше. Для Ананьинского могильника этот порог был понижен до 0,4%, поскольку статистически выделялась группа низколегированных орудий и оружия с концентрацией олова 0,4–1,5% (Там же, рис. 19). Вероятно, она включала в себя как легированные изделия, так и медные, «загрязненные» в результате переплавок металлом с повышенным содержанием олова. Подобная ситуация не исключение, а скорее правило. Вспомним, что для металла Северного Кавказа и Северного Причерноморья раннего железного века порог легирования устанавливался статистически с 0,3% (Барцева, 1974; 1981; 1982).

Дальнейшие исследования металла Ананьинского могильника позволят уточнить порог легирования. В данной работе мы следуем принципу классификации с порогом легирования в 1,0%, который позволяет по стандартной модели обрабатывать значительные массивы данных и выделять в соответствии с заданными параметрами типы металлов и сплавов, внутри которых возможно проведение более дробного ранжирования. Кроме того, в ходе многочисленных экспериментов удалось установить, что фиксируемые в процессе обработ-

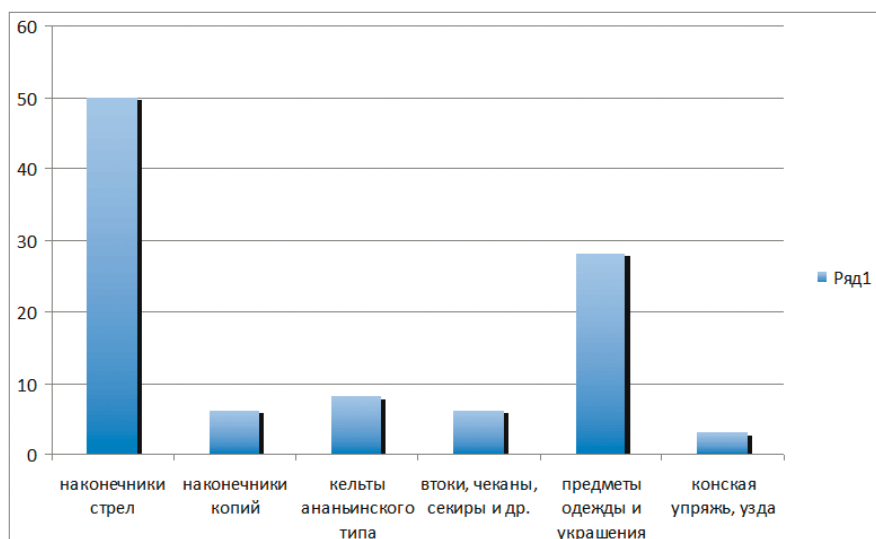


Рис. 1. Состав анализируемой выборки из Ананьинского могильника.

Fig. 1. Composition of the sample from the Ananyino burial ground.

ки свойства металла начинают изменяться только после введения легирующих компонентов в концентрациях, превышающих порог 1,0% (Рындина, Равич, 2012, с. 5, 6).

В соответствии с заявленными принципами классификации в анализируемой выборке выделяются следующие группы металлов и сплавов в зависимости от комбинации легирующих компонентов друг с другом.

Медь представлена основным количеством изделий, из них только около 18 относятся к группе металлургически «чистой» меди, где совокупное содержание микропримесей (Fe, Ni, As, Ag, Sn, Sb, Au, Pb, Bi) не превышает 1,0%; в единичных пробах зафиксировано наличие также Co и Zn. Из такой «чистой» меди с содержанием Cu 99–100% изготовлены в основном наконечники стрел и кельты. В уже опубликованной выборке из Ананьинского могильника «чистая» медь составляет небольшой процент (Кузьминых, 1983, с. 17, 37).

Основную долю составляют предметы, в которых содержание меди зафиксировано в пределах от 81,05 до 98,99% (среднее значение в пределах 95–98%). В этих пробах содержание микропримесей (Fe, Ni, As, Ag, Sn, Sb, Au, Pb, Bi, Co, Zn) – в пределах сотых и тысячных долей процента. Отмечается стабильное наличие таких примесей, как никель, сурьма и мышьяк во всех исследованных пробах, что позволяет говорить о присутствии и в этой выборке Ананьинского могильника сурьмяно-мышьяковистых сплавов с никелем, однако содержание каждого из этих элементов практически не превышает 0,7%. Из такой меди изготовлены в основном наконечники стрел, а также кельты, наконечники копий, шилья, долота, втоки, ножи и единичные украшения, например, бляшки круглой формы. Следует отметить, что наличие таких примесей, как Bi, Sb, As, образующих с медью твердые растворы, при содержании уже в десятые доли процента вызывает такие явления, как хладно-

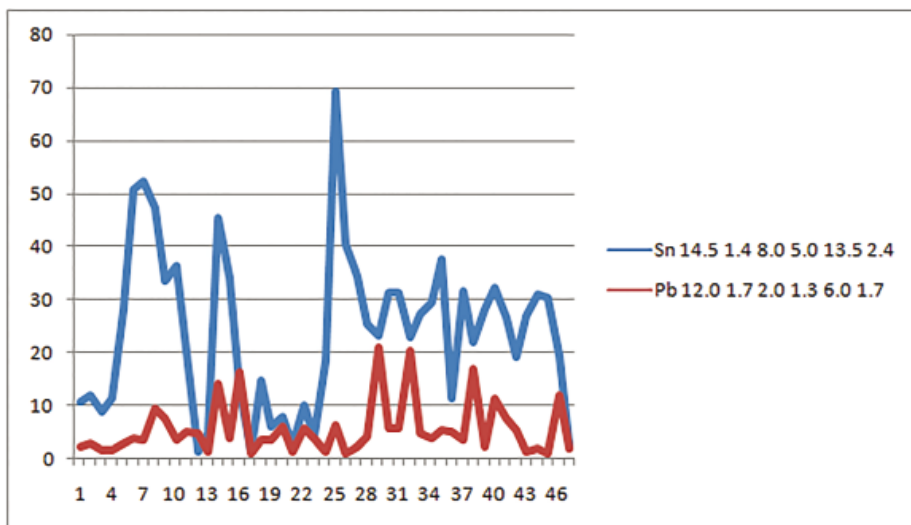


Рис. 2. Статистическое распределение содержания основных легирующих компонентов в тройной бронзе Ананьинского могильника.

Fig. 2. Statistical distribution of the main alloying ingredient in the triple bronze from the Ananyino burial ground.

и красноточность, что затрудняет, а в каких-то случаях делает невозможной обработку металла давлением (Кашенко, 1937, с. 23–25). Вероятно, понимание древними металлургами свойств используемых металлов и сплавов, их чистоты, может быть, объясняет преимущественное использование такой схемы изготовления предметов, как литье, зафиксированной при изучении выборки из Ананьинского могильника из собрания Музейного ведомства Финляндии; свидетельством тому отсутствие следов кузнечной доработки лезвий на кельгах (Сапрыкина, Кузьминых, 2014, с. 272).

В ряде изделий содержание таких элементов, как Zn, Pb, As и Sb превышает установленный порог в 1,0%. Так, с «повышенным» содержанием свинца в выборке зафиксировано 8 проб (1,08–1,63%), цинка – 11 (1,04–1,53%), мышьяка – 3 (1,12–1,8%), с «повышенным» содержанием сурьмы – 2 пробы (1,11 и 1,17%). Мы можем говорить о

наличии в выборке свинцовой бронзы, низкоцинковой латуни, сплавов, легированных мышьяком и сурьмой, однако нельзя исключать того, что присутствие в меди ананьинских предметов свинца и цинка в столь низких концентрациях может быть обусловлено металлургическим переделом полиметаллических руд с высоким естественным уровнем этих примесей в руде. Отметим, что единичные находки предметов из всех этих сплавов отмечались и в более ранних исследованиях (Кузьминых, 1983, с. 37, 39).

К числу редких образцов принадлежит наконечник стрелы, отлитый из свинцовой бронзы с мышьяком (Cu+Pb+As) с содержанием свинца 12,0%, а мышьяка – 5,0%. Для получения этого сложного по своим характеристикам сплава (мышьяк, как и свинец, вызывает в меди красноточность, а при высоких концентрациях – пузыристость литой меди: Кашенко, 1937, с. 24) свинцом дополнительно

легировали мышьяковистую бронзу. Не вполне ясно, зачем необходимо было вводить в мышьяковистую бронзу такой элемент, как свинец, который в больших процентных содержаниях вызывает ликвацию (расслоение) сплава. В то же время, гипотетически можно предположить, что мастер мог ввести свинец именно с целью заполнения пустот между дендритами, вызываемыми в меди мышьяком (т.н. дендритная ликвация: Кащенко, 1937, с. 24). Отметим, что единичные предметы с повышенным содержанием свинца и мышьяка зафиксированы в Ананьине и в 1970-е годы (Кузьминых, 1983, рис. 23).

Таковыми же единичными образцами представлены в выборке изделия, изготовленные из серебра или сплавов на его основе (2% от выборки). Содержание серебра варьирует от 50% до 94,63%; все исследованные серебряные изделия представлены украшениями – спиральным кольцом и обломками гривен. Височное кольцо с содержанием серебра в сплаве в пределах 50,0% происходит из раскопок А.В. Збруевой и Н.Ф. Калинина (Збруева, 1952, табл. V: 1), а гривны из высокопробного серебра – из покупок и сборов А.А. Штукенберга. На наш взгляд, гривны представляют собой более поздний, не ананьинский комплекс, включенный собирателями в состав коллекции могильника по ложной информации «черных» копателей того времени (Кузьминых, Чижевский, 2009, с. 9). В отношении височного кольца, происходящего из погребального комплекса, таких вопросов не возникает, тем более что это второе кольцо из Ананьина, изготовленное из сплава на основе серебра (ан. 15163, 15922) (Кузьминых, 1983, с. 36).

Другая значительная по объему группа сплавов в исследованной выборке представлена оловянной бронзой (Cu+Sn): она достигает 37%. Выборка характеризуется широкой вариативностью в содержании олова: минимальное значение – 1,1%, максимальное – 65,99%. Согласно диаграмме выделяются два типа бронзы: с содержанием олова до 15% и выше этой концентрации (рис. 2). Высоколегированные бронзы составляют не менее 40% всех оловянных бронз. В выборке выделяются также отдельные изделия с содержанием Zn, As и Sb выше 1,0% (1,0–3,91%) (всего 5%) (рис. 3).

Здесь необходимо обратить внимание на следующую закономерность. В результатах анализов, выполненных по методам ОЭСА и TXRF, содержание олова не превышает 15%, а в результатах исследования по РФА содержание олова в основном повышено. Это может быть следствием разных методов анализа: РФА исследует поверхностный слой на глубину не более 10 мкрн, в то время как для выполнения ОЭСА и TXRF теоретически возможно отобрать пробу на любой глубине образца, что играет свою роль при исследовании предметов, подвергавшихся в течение длительного времени воздействию коррозии. С другой стороны, необходимо отметить, что для анализа по методам ОЭСА и TXRF пробы были отобраны с таких предметов, как кельты, наконечники копий и стрел, а с помощью РФА исследовались в основном разнобразные украшения. Сопоставление данных по результатам анализа серебряных украшений, выполненных методами ОЭСА и РФА, показало приемлемый уровень сопоставления.

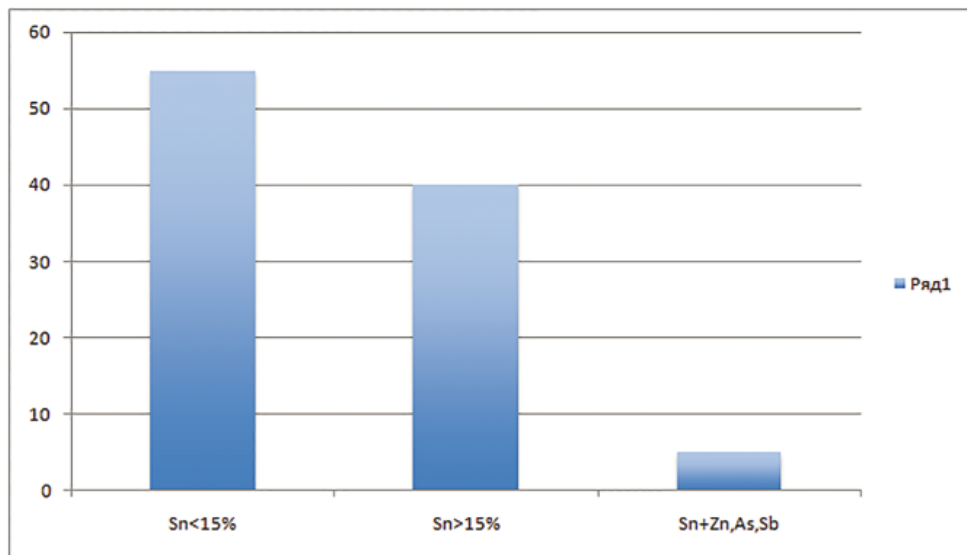


Рис. 3. Диаграмма количественного распределения проб по статистически выделенным группам в тройной бронзе.

Fig. 3. Diagram of quantitative distribution of samples by statistically distinguished groups in triple bronzes.

Результаты анализа небольшого количества наконечников стрел и кельтов, выполненных методом РФА, также показало их сопоставимость с данными, полученными для этой же категории предметов методами ОЭСА и TXRF.

Таким образом, мы можем говорить о наличии в выборке из Ананьинского могильника группы высокооловянной бронзы, из которой изготовлены такие украшения, как бляшки разных форм, подвески, накладки, гривны и т.д. Из оловянной бронзы с пониженным содержанием олова (ниже 15%) изготовлены, помимо украшений, наконечники стрел, кельты, кинжалы и чеканы.

Бронзы в Ананьинском могильнике представлены еще одним типом сплава – оловянно-свинцовой бронзой (Cu+Sn+Pb), из которой преимущественно были изготовлены детали одежды и украшения. В их числе – пронизи разных типов, накладки с

зубчатым краем, спиралевидные подвески, нашивные бляшки, поясные накладки и др. Из этого же сплава изготовлены в незначительном количестве наконечники стрел и копий и секира. Содержание легирующих компонентов варьирует в крайне широких пределах: олово – 1,36–69,27% (среднее значение до 10% или в пределах 20–35%), свинец – от 1,0 до 20,89% (среднее значение до 10%) (рис. 4). Обращает на себя внимание высокое процентное содержание олова в выборке: из высокооловянной тройной бронзы изготовлено 60% предметов всей выборки. Все они, как и в выборке оловянной бронзы, представлены исключительно украшениями и деталями одежды. Для части из них аналогии можно найти, к примеру, в материалах пьяноборской археологической культуры. И вновь возникает вопрос об их подмене и выдаче при покупке за предметы из Ананьинского

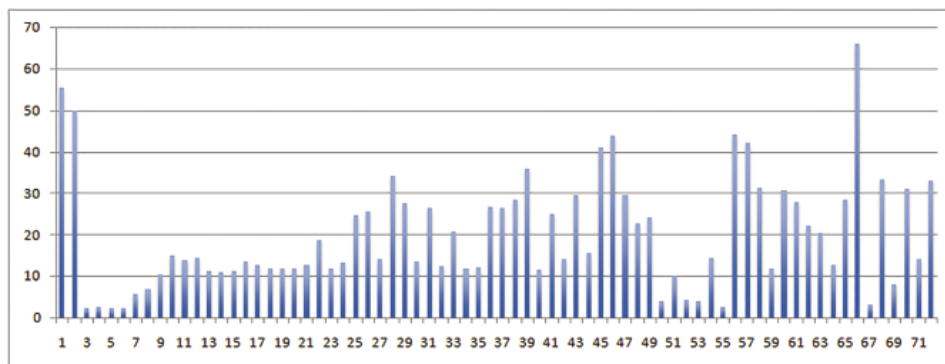


Рис. 4. Гистограмма содержания олова в оловянной бронзе Ананьинского могильника.

Fig. 4. Histogram of tin content in tin bronze from the Ananyino burial ground.

могильника (Кузьминых, Чижевский, 2009, с. 9). Вызывает интерес также присутствие в выборке сьюльгамы, предварительно датированной III–V вв. и изготовленной из многокомпонентного сплава с содержанием цинка 8,5% при низких показателях олова и свинца (2,61 и 2,05%).

Аналитические исследования, проведенные в 1970-е годы, позволили выделить в материалах Ананьинского могильника несколько металлургических групп: оловянные бронзы (основа коллекции), сурьмяно-мышьяковистые сплавы, «чистая» медь; другие типы сплавов были представлены единичными образцами (Кузьминых, 1983, табл. 2, с. 36–38). Вновь проведенные исследования подтверждают полученные ранее результаты, однако позволяют внести некоторые коррективы.

Основу анализируемой выборки (48%) также составляют изделия из меди с примесями сурьмы и мышьяка (содержание этих элементов в меди в основном не превышает 1,0%) или «чистой» меди (7%), оловянной, или тройной бронзы (40%); в ней представлены также другие типы сплавов на основе меди или серебра (5%).

Сурьмяно-мышьяковистые сплавы Ананьинского могильника характеризуются присутствием никеля (Ni) в концентрациях, сопоставимых с концентрациями сурьмы и мышьяка (в пределах 0,3–0,7%). Содержание этих элементов не превышает установленного порога в 1,0%, что не позволяет говорить об искусственном легировании меди мышьяком (сурьмой) или никелем. Скорее всего, здесь мы имеем дело с естественными примесями, перешедшими в металл из руды (Бобров и др., 1997, с. 50, 51; Рындина, Равич, 2012, с. 5, 6). Наиболее вероятным источником меди являются комплексные полиметаллические руды. Судя по зафиксированным в ананьинской меди микропримесям, характер и уровень их концентраций, с одной стороны, мог меняться в зависимости от исходных рудных компонентов и условий их металлургического передела, а с другой – является одним из основных статистических факторов поиска исходных рудных районов.

Традиционно наиболее вероятные рудные источники поступления металла в безрудные районы Восточной Европы связываются с месторождениями Урала, Саяно-Алтая, Казахста-

на и Северного Кавказа. Уральские месторождения по своему геолого-геохимическому типу подразделяются на два несходных типа. Собственно уральские месторождения связаны с коренными породами пенеплена восточных склонов Среднего и Южного Урала (Черных, 1970, с. 37–47). Второй тип – медистые песчаники и сланцы в осадочных горных породах Предуральской рудной провинции – в бассейнах Камы, Вятки, Белой и среднего течения р. Урал (прежде всего Каргалы) (см. обзор: Черных, 1970, с. 48; Сидоренко, 1973, с. 29; Горожанин и др., 2002, с. 19–24). Медь, выплавленная из медистых песчаников, химически исключительно чистая. Такими же свойствами обладает медь, выплавленная из окисленных руд коренных уральских месторождений (типа Гумешевского), на которой базировалась металлургия иткульской культуры (Бельтикова, 1997). Изделия из этой меди – местной, камской, или поставленной из иткульских производящих центров – занимают в выборке из Ананьинского могильника всего 7% (12,5% в ранней выборке, представленной главным образом орудиями и оружием; см.: Кузьминых, 1983, с. 37). Основная доля меди и бронз получена из других горно-металлургических областей (ГМО), руда которых характеризуется наличием большого количества микропримесей, в том числе Ni, As, Sb.

Древние разработки полиметаллических руд с заметным содержанием мышьяка, сурьмы и никеля известны в различных ГМО Северной Евразии, в частности, на Северном Кавказе (Ортенберг, 1923, с. 422–424; Рындина, Равич, 2012, с. 8–10, рис. 6), в Казахстане и Саяно-Алтае (см. обзор:

Черников, 1960; Сунчугашев, 1975; Кузнецова, Тепловодская, 1994; Берденов, 1998; Маргулан, 2001). При этом авторы настоящей статьи не пришли к единому взгляду на локализацию рудных источников сурьмяно-мышьяковистых сплавов Ананьинского могильника. И.А. Сапрыкина связывает их с Северным Кавказом, а С.В. Кузьминых – с горно-металлургическими центрами Казахстана и Саяно-Алтая.

И.А. Сапрыкина считает, что косвенным признаком поступления металлического сырья из Северокавказского региона может служить наличие в выборке Ананьинского могильника большого процента высокооловянной бронзы (с содержанием олова выше 10%), что позволяет говорить о намеренном легировании бронзы оловом. В северокавказской цветной металлообработке с V–III вв. до н.э. господствует оловянная и оловянно-свинцовая бронза с широкими вариациями содержания олова (1–30%) и свинца (1–12%). Этими же характеристиками исследователи описывают рецептурную базу скифоидных культур Северного Причерноморья (Барцева, 1981, с. 88; 1982, с. 40–41). В последующее время этот тип сплава вытесняет все остальные рецептуры в цветной металлообработке.

С.В. Кузьминых исходит из того, что сурьмяно-мышьяковистые сплавы (химико-металлургическая группа ВК – волго-камская) были отнесены к категории искусственных бронз в ранних работах Е.Н. Черных и его собственных достаточно условно (Бобров и др., 1997, с. 50; Черных, 2007, с. 94). Для металла этой группы зафиксировано повышенное со-

держание мышьяка, сурьмы, никеля, серебра и висмута (в десятых и сотых долях процента). Древнейшие изделия из этой бронзы, как правило, легированные оловом или полученные в ходе металлургического передела (когда концентрат касситерита добавляли при выплавке к полиметаллической руде), вошли в обиход производящих центров Евразийской (но не Кавказской) металлургической провинции вместе с распространением памятников сейминско-турбинского типа и использовались на протяжении всей эпохи поздней бронзы. В раннем железном веке в большинстве очагов металлообработки, функционировавших на территории прежней системы Евразийской провинции, эти сплавы по-прежнему доминировали, но они в большей степени, чем в эпоху бронзы, были легированы оловом (Кузьминых, 1983, табл. 1, 2; 2009, рис. 5; Барцева, 1987; 1989). Образцы ананьинской низкомышьяковой или сурьмяно-мышьяковой меди следует отождествлять, вероятнее всего, с группой естественных комплексных сплавов меди с мышьяком и сурьмой. Рудные источники этой меди, а также большей части оловянных и оловяно-

но-мышьяковых бронз связаны, как и в бронзовом веке, с производящими центрами Казахской и Саяно-Алтайской ГМО.

Анализируемая выборка из Ананьинского могильника распадается на две большие группы. Первая из них представлена преимущественно классическими для ананьинской культуры предметами из металлургически «чистой» меди, а также меди и низколегированной бронзы с широким набором микропримесей (кельты, ножи, наконечники стрел, наконечники копий, втоки, чеканы, секиры, кинжалы и др.). Вторая группа включает в себя разнообразные украшения и детали одежды, причем частью заведомо не связанные с Ананьинским могильником как археологическим памятником, выполненные из высоколегированной оловянной и оловянно-свинцовой бронзы, а также латуни. Если для изделий из металлургически «чистой» меди рудные источники локализируются в пределах Уральской ГМО, то для предметов, отлитых из разных групп сплавов, источники поступления металла (речь не о прямых импортах изделий) еще предстоит выяснить в ходе дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барцева Т.Б. Цветные сплавы на Северном Кавказе в раннем железном веке // СА. 1974. № 1. С. 24–37.
2. Барцева Т.Б. Цветная металлообработка скифского времени. Лесостепное Днепро-Донское левобережье. М.: Наука, 1981. 128 с.
3. Барцева Т.Б. Спектроаналитическое изучение цветного металла скифского времени: (Днепро-Донская левобережная степь) // Естественные науки и археология в изучении древних производств: Материалы совещания / Отв. ред. А.К. Станюкович. М.: МОИП, 1982. С. 39–42.
4. Барцева Т.Б. Цветной металл из Среднего Приишимья (по материалам Северо-Казахстанской экспедиции) // Ранний железный век и средневековье Урало-Иртышского междуречья / Отв. ред. Г. Б. Зданович [и др.]. Челябинск: Башкирский ун-т, 1987. С. 65–83.

5. Барцева Т.Б. Раннескифский цветной металл в Предкавказье (комплекс «Красное Знамя») // Естественнаучные методы в археологии / Отв. ред. Е.Н. Черных. М.: Наука, 1989. С. 109–117.

6. Бельтикова Г.В. Зауральский (иткульский) очаг металлургии (VII–III вв. до н.э.). Автореф. дис. ... канд. ист. наук. М.: ИА РАН, 1997. 23 с.

7. Берденов С.А. Казахстанская горно-металлургическая область // Вопросы археологии Казахстана. Вып. 2. Сборник научных статей / Отв. ред. З. Самашев. Алматы-Москва: Гылым, 1998. С. 180–190.

8. Бобров В.В., Кузьминых С.В., Тенейшвили Т.О. Древняя металлургия Среднего Енисея (лугавская культура). Кемерово: Кузбассвузиздат, 1997. 99 с.

9. Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Овчинников В.В., Пучков В.Н. Глава 1. Геологическая характеристика Каргалинского рудного поля // Каргалы, том I: Геолого-географические характеристики. История открытий, эксплуатации и исследований. Археологические памятники / Отв. ред. Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2002. С. 19–24.

10. Ениосова Н.В., Митоян Р.А., Сарачева Т.Г. Методы исследования химического состава цветных металлов // Коновалов А.А., Ениосова Н.В., Митоян Р.А., Сарачева Т.Г. Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. М.: Восточная литература., 2008. С. 113–120.

11. Збруева А.В. История населения Прикамья в ананьинскую эпоху / Материалы и исследования по археологии Урала и Приуралья. Т. V / МИА. № 30. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 326 с.

12. Кащенко Г.А. Курс общей металлографии. Не железные сплавы. Ч. 3. М.–Л.: Объединение научно-технических издательств Народного комиссариата тяжелой промышленности СССР, 1937. 225 с.

13. Кузьминых С.В. Бронзовые орудия и оружие в Среднем Поволжье и Приуралье (I тысячелетие до н.э.): Дисс. ... канд. ист. наук. М.: ИА АН СССР, ИЯЛИ КФАН СССР, 1978 / Архив лаборатории естественнонаучных методов ИА РАН.

14. Кузьминых С.В. Металлургия Волго-Камья в раннем железном веке (медь и бронза). М.: Наука, 1983. 257 с.

15. Кузьминых С.В. О металле городища Чича-1 // Чича – городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Т. 3 / Отв. ред. В.И. Молодин, Г. Парцингер. Новосибирск – Берлин: Изд-во ИАЭ СО РАН, 2009. С. 202–212.

16. Кузьминых С.В., Агапов С.А. Медистые песчаники Приуралья и их использование в древности // Становление и развитие производящего хозяйства на Урале / Отв. ред. В.С. Коршунов. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 178–197.

17. Кузьминых С.В., Чижевский А.А. Ананьинский могильник: основные вехи исследований, коллекции и характер памятника // У истоков археологии Волго-Камья (к 150-летию открытия Ананьинского могильника) / Археология Евразийских степей. Вып. 8 / Отв. ред. С.В. Кузьминых, А.А. Чижевский. Елабуга: ИИ АН РТ, ИА РАН, ИИАХМЗ, 2009. 276 с.

18. Кузнецова Э.Ф., Тепловодская Т.М. Древняя металлургия и гончарство Центрального Казахстана. Алматы: Гылым, 1994. 206 с.

19. Маргулан А.Х. Сочинения: В 14 т. Т. 2: Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джекказган – древний и средневековый металлургический центр (городище Милькудук). Алматы: Дайк-Пресс, 2001. 144 с.

20. Ортенберг Д. Обзор меднорудных районов России и задачи промышленной разведки их // Горный журнал. № 8–9. ХСІХ. М.: ВСНХ, 1923. С. 409–424.

21. Рындина Н.В., Равич И.Г. О металлопроизводстве майкопских племен Северного Кавказа (по данным химико-технологических исследований) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. № 2 (17). Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2012. С. 4–20.

22. Сапрыкина И.А., Кузьминых С.В. Предварительные результаты исследования техники изготовления предметов из цветного металла Ананьинского могильника (из коллекции Музейного ведомства Финляндии) // Ананьинский мир: истоки, развитие, связи, исторические судьбы / Археология Евразийских степей. Вып. 20 / Отв. ред. С.В. Кузьминых, А.А. Чижевский. Казань: Отечество, 2014. С. 263–275.

23. Сидоренко А.В. Геология СССР. Т. XII. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1973. 631 с.

24. Сунчугашев Я.И. Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакасско-Минусинской котловине. М.: Наука, 1975. 173 с.

25. Черников С.С. Восточный Казахстан в эпоху бронзы / МИА. № 88. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 272 с.

26. Черных Е.Н. История древнейшей металлургии Восточной Европы / МИА. № 132. М.: Наука, 1966. 144 с.

27. Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья / МИА. № 172. М.: Наука, 1970. 180 с.

28. Черных Е.Н. Каргалы: феномен и парадоксы развития: (Каргалы в системе металлургических провинций. Потаенная (сакральная) жизнь архаических горняков и металлургов) / Каргалы. Т. V. М.: Языки славянской культуры, 2007. 200 с.

29. Черных Е.Н., Барцева Т.Б. Сплавы цветных металлов // Барцева Т.Б., Вознесенская Г.А., Черных Е.Н. Металл черняховской культуры / МИА. № 187. М.: Наука, 1972. С. 50–117.

30. Черных Е.Н., Кузьминых С.В. Древняя металлургия Северной Евразии (сейминско-турбинский феномен). М.: Наука, 1989. 320 с.

31. Штукенберг А.А. Материалы для изучения медного (бронзового) века восточной полосы Европейской России // ИОАИЭ. Т. XVII, вып. 4. Казань, 1901. С. 165–213.

Информация об авторах:

Сапрыкина Ирина Анатольевна, кандидат исторических наук, научный сотрудник, Институт археологии РАН (г. Москва, Россия); dolmen200@mail.ru

Кузьминых Сергей Владимирович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Институт археологии РАН (г. Москва, Россия); Kuzminykhsv@yandex.ru

Пельгунова Любовь Андреевна, научный сотрудник, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (г. Москва, Россия); lubo4ka007@bk.ru

ANALYSIS OF CHEMICAL COMPOSITION OF NON-FERROUS METAL ITEMS FROM THE ANANYINO BURIAL GROUND⁴

I.A. Saprykina, S.V. Kuz'minykh, L.A. Pelgunova

The article presents results of an analysis conducted by the authors in order to study chemical composition of items from non-ferrous metals found on the Ananyino burial ground. A number of research methods, including OES, XRF and TXRF was applied to study a selection of 387 samples of arrow- and spearheads, celts, tail-pieces, warhammers, poleaxes, knives and daggers, as well as items of attire and jewelry, some sporadic details of harness and bridle. The findings are quite comparable. The results were classified by the geochemical principle of 1,0% alloyage threshold. It was found out that the sample primarily consists of copper items, including “pure” copper and copper with a wide range of trace elements (particularly, Ni, As, Sb). The core (48%) consists of copper items with traces of

⁴ The research is funded by the Russian Humanitarian Science Foundation, grant no. 14-01-00348a “Ananyino Burial Ground: Publication, Research, Catalogue: Reunion of the Collection”

antimony and arsenic, or “pure” copper (7%), tin or triple bronze (40%); it also includes some other types of alloys based on copper or silver (5%). As the analysis has shown, complex ores seem to be the most probable source of copper. Traditionally, the Urals, the Sayan and the Altay Mountains, Kazakhstan and the Northern Caucasus were regarded as the most probable minefields to supply ores to the barren regions of Eastern Europe. While ore sources for products made of metallurgical “pure” copper are localized within the Ural mining and metallurgical region, metal sources for items cast from different groups of alloys (rather than imports of ready-made products) require further research.

Keywords: archaeology, forest belt of Eastern Europe, Early Iron Age, Ananyino burial ground, non-ferrous metals, copper, bronzes, analysis of chemical composition.

REFERENCES

1. Bartseva, T. B. 1974. In *Sovetskaia Arkheologiya (Soviet Archaeology)* (1), 24–37 (in Russian).
2. Bartseva, T. B. 1981. *Tsvetnaia metalloobrabotka skifskogo vremeni. Lesostepnoe Dneprovskoe levoberezh'e (Non-Ferrous Metal Working from Scythian Time: Left-Bank Dnieper Forest-Steppe Area)*. Moscow: “Nauka” Publ. (in Russian).
3. Bartseva, T. B. 1982. In Staniukovich, A. K. (ed.). *Estestvennye nauki i arkheologiya v izuchenii drevnikh proizvodstv (Natural Sciences and Archaeology in Studies of Ancient Industries)*. Moscow: Moscow Society of Naturalists, 39–42 (in Russian).
4. Bartseva, T. B. 1987. In Zdanovich, G. B., et al. (eds.). *Rannii zheleznyi vek i srednevekov'e Uralo-Irtyshskogo mezhdurech'ia (The Early Iron Age and the Middle Age of the Ural – Irtysh Interfluves)*. Chelyabinsk: Bashkir University, 65–83 (in Russian).
5. Bartseva, T. B. 1989. In Chernykh, E. N. (ed.). *Estestvennonauchnye metody v arkheologii (Natural Scientific Methods in Archaeology)*. Moscow: “Nauka” Publ., 109–117 (in Russian).
6. Bel'tikova, G. V. 1997. *Zaural'skii (itkul'skii) ochag metallurgii (VII–III vv. do n.e.) (Trans-Urals (Itkul') Center of Metallurgy (5th — 3rd Centuries BC))*. PhD Thesis. Moscow: Russian Academy of Sciences, Institute of Archaeology (in Russian).
7. Berdenov, S. A. 1998. In Samashev, Z. (ed.). *Voprosy arkheologii Kazakhstana (Issues of the Archaeology of Kazakhstan)* 2. Almaty; Moscow: “Gylym” Publ., 180–190 (in Russian).
8. Bobrov, V. V., Kuz'minykh, S. V., Teneishvili, T. O. 1997. *Drevniaia metallurgiya Srednego Eniseia (lugavskaya kul'tura) (Ancient Metallurgy of the Middle Yenisei Area: the Lugavskaya Culture)*. Kemerovo: “Kuzbassvuzizdat” Publ. (in Russian).
9. Gorozhanin, V. M., Gorozhanina, E. N., Ovchinnikov, V. V., Puchkov, V. N. 2002. In Chernykh, E. N. (ed.). *Kargaly (Kargaly) I. Geologo-geograficheskie kharakteristiki. Istoriia otkrytii, ekspluatatsii i issledovaniia. Arkheologicheskie pamiatniki (Geological and Geographical Characteristics. History of Discovery, Exploitation and Investigations. Archaeological Sites)*. Moscow: “Iazyki slavianskoi kul'tury” Publ., 19–24 (in Russian).
10. Eniosova, N. V., Mitoian, R. A., Saracheva, T. G. 2008. In Konovalov, A. A., Eniosova, N. V., Mitoian, R. A., Saracheva, T. G. *Tsvetnye i dragotsennnye metally i ikh splavy na territorii Vostochnoi Evropy v epokhu srednevekov'ia (Non-Ferrous and Precious Metals and their Alloys in Medieval Eastern Europe)*. Moscow: “Vostochnaia Literatura” Publ., 113–120 (in Russian).
11. Zbrueva, A. V. 1952. *Istoriia naseleniia Prikam'ia v anan'inskuiu epokhu (History of the Population of the Kama River Region in the Ananyino Time)*. Series: Materialy i issledovaniia po arkheologii Urala i Priural'ia (Materials and Research on the Archaeology of Ural and the Cis-Urals Area) V. Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR (Materials and Research in the USSR Archaeology) 30. Moscow: Academy of Sciences of the USSR (in Russian).
12. Kashchenko, G. A. 1937. *Kurs obshchei metallografii. Ne zheleznye splavy (A Course of the General Metallography: Non-Ferrous Alloys)*. Part 3. Moscow; Leningrad: United Scientific and Technical Publishers, People's Commissariat of Heavy Industry of the USSR (in Russian).

13. Kuz'minykh, S. V. 1978. *Bronzovye orudiia i oruzhie v Srednem Povolzh'e i Priural'e (I tysiacheletie do n.e.) (Bronze Tools and Weapons in the Middle Volga Area and Cis-Urals: I Millennium BC)*. PhD Diss. Moscow. Archive of the Natural Scientific Methods Laboratory, Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences (in Russian).
14. Kuz'minykh, S. V. 1983. *Metallurgiiia Volgo-Kam'ia v rannem zheleznom veke (med' i bronza) (Metallurgy of the Volga-Kama Region in the Early Iron Age (Copper and Bronze))*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
15. Kuz'minykh, S. V. 2009. In Molodin, V. I., Partzinger, H. (eds.). *Chicha – gorodishche perekhodnogo ot bronzy k zhelezu vremeni v Barabinskoi lesostepi (Chicha, a Fortified Site from the Time of Transition from the Bronze to the Iron Age in the Baraba Forest-Steppe)* 3. Novosibirsk; Berlin: Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 202–212 (in Russian).
16. Kuz'minykh, S. V., Agapov, S. A. 1989. In Korshunov, V. S. (ed.). *Stanovlenie i razvitie proizvodiashego khoziaistva na Urale (Formation and Development of the Producing Economy in the Ural Area)*. Sverdlovsk: Ural Branch of the USSR Academy of Sciences, 178–197 (in Russian).
17. Kuz'minykh, S. V., Chizhevskii, A. A. 2009. In Kuz'minykh, S. V., Chizhevskii, A. A. (eds.). *U istokov arkheologii Volgo-Kam'ia (k 150-letiiu otkrytiia Anan'inskogo mogil'nika) (At the Origins of Archaeology of the Volga-Kama Region (on the 150th Anniversary of Discovery of the Ananyino Burial Ground))*. Series: Archaeology of the Eurasian Steppes 8. Yelabuga: Institute of History named after Shigabuddin Mardzhani, Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan; Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences; Yelabuga Historical, Architectural and Art Museum (in Russian).
18. Kuznetsova, E. F., Teplovodskaiia, T. M. 1994. *Drevniaia metallurgiiia i goncharstvo Tsentral'nogo Kazakhstana (Antique Metallurgy and Pottery-Making of Central Kazakhstan)*. Almaty: "Gylym" Publ. (in Russian).
19. Margulan, A. Kh. 2001. *Sochineniia: V 14 t. (Works: in 14 Vols.)* 2. *Saryarka. Gornoe delo i metallurgiiia v epokhu bronzy. Dzhezkazgan – drevnii i srednevekovyi metallurgicheskii tsentr (gorodishche Milykuduk) (Saryarka. Mining and Metallurgy in the Bronze Age. Jezkazgan — Ancient and Medieval Metallurgic Center (Milykuduk Hillfort))*. Almaty: "Daik-Press" Publ. (in Russian).
20. Ortenberg, D. 1923. In *Gornyi zhurnal (Mining Journal)* XCIX (8–9). Moscow: Supreme Soviet of the National Economy (Vysshiiy sovet narodnogo khozyaystva), 409–424 (in Russian).
21. Ryndina, N. V., Ravich, I. G. 2012. In *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii (Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography)* 17 (2). Tyumen: Institute for Problems Development of the North, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 4–20 (in Russian).
22. Saprykina, I. A., Kuz'minykh, S. V. 2014. In Kuz'minykh, S. V., Chizhevskii, A. A. (eds.). *Anan'inskii mir: istoki, razvitie, sviazi, istoricheskie sud'by (The World of Ananyino: Origins, Evolution, Relations, Historical Fate)*. Series: Arkheologiiia Evraziiskikh stepei (Archaeology of Eurasian Steppes) 20. Kazan: "Otechestvo" Publ., 263–275 (in Russian).
23. Sidorenko, A. V. 1973. *Geologiiia SSSR (Geology of the USSR)* XII. *Permskaia, Sverdlovskaia, Cheliabinskaia i Kurganskaia oblasti. Poleznye iskopaemye (Perm, Sverdlovsk, Chelyabinsk and Kurgan Oblasts: Minerals)*. Moscow: "Nedra" Publ. (in Russian).
24. Sunchugashev, Ya. I. 1975. *Drevneishie rudniki i pamiatniki rannei metallurgii v Khakassko-Minusinskoii kotlovine (Most Ancient Mines and the Monuments of the Early Metallurgy in the Khakass-Minusinsk Basin)*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
25. Chernikov, S. S. 1960. *Vostochnyi Kazakhstan v epokhu bronzy (Eastern Kazakhstan in the Bronze Age)*. Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR (Materials and Research in the USSR Archaeology) 88. Moscow: Academy of Sciences of the USSR (in Russian).
26. Chernykh, E. N. 1966. *Istoriia drevneishei metallurgii Vostochnoi Evropy (History of the Ancient Metallurgy in Eastern Europe)*. Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR (Materials and Research in the USSR Archaeology) 132. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
27. Chernykh, E. N. 1970. *Drevneishaia metallurgiiia Urala i Povolzh'ia (Ancient Metallurgy of Ural and Volga Region)*. Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR (Materials and Research in the USSR Archaeology) 172. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).

28. Chernykh, E. N. 2007. *Kargaly: Fenomen i paradoksy razvitiia; Kargaly v sisteme metallurgicheskikh provintsi; Potaennaia (sakral'naia) zhizn' arkhaiskikh gorniakov i metallurgov (The Phenomenon and the Paradoxes of Evolution; Kargaly in the System of Metallurgical Provinces; the Hidden (Sacred) Aspects of Life of Archaic Miners and Metallurgists)*. Series: Kargaly 5. Moscow: "Iazyki slavianskoi kul'tury" Publ. (in Russian).

29. Chernykh, E. N., Bartseva, T. B. 1972. In Bartseva, T. B., Voznesenskaia, G. A., Chernykh, E. N. *Metall cherniakhovskoi kul'tury (Metal of the Chernyakhov Culture)*. Materialy i issledovaniia po arkhologii (Materials and Research in Archaeology) 187. Moscow: "Nauka" Publ., 50–117 (in Russian).

30. Chernykh, E. N., Kuz'minykh, S. V. 1989. *Drevniaia metallurgii Severnoi Evrazii (seiminsko-turbinskii fenomen) (Ancient Metallurgy of Northern Eurasia (Seyma-Turbino Phenomenon))*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).

31. Shtukenberg, A. A. 1901. In *Izvestiia obshchestva arkhologii, istorii i etnografii pri Kazanskom imperatorskom universitete (Reports of the Society of Archaeology, History and Ethnography Affiliated with Kazan Imperial University)* XVII (4). Kazan, 165–213 (in Russian).

About the Authors:

Saprykina Irina A. Candidate of Historical Sciences. Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences. Dmitry Ulyanov St., 19, Moscow, 117036, Russian Federation; dolmen200@mail.ru

Kuz'minykh Sergei V. Candidate of Historical Sciences. Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences. Dmitry Ulyanov St., 19, Moscow, 117036, Russian Federation; Kuzminykhsv@yandex.ru

Pelgunova Lubov A. A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution. Leninsky Pr., 33, Moscow, 119071, Russian Federation; lubo4ka007@bk.ru