

## Бронзолитейное производство вычегодских пермян (по материалам нижневычегодского Чезтыягского могильника)

И. С. Астахова<sup>1</sup>, Э. А. Савельева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; [astakhova@geo.komisc.ru](mailto:astakhova@geo.komisc.ru)

<sup>2</sup>Институт языка, литературы и истории ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; [eleonorasav@yandex.ru](mailto:eleonorasav@yandex.ru)

Статья посвящена погребениям раскопа № 7 нижневычегодского Чезтыягского могильника вымской культуры Перми Вычегодской, в которых обнаружены предметы, указывающие на занятия населения бронзолитейным производством. На основе анализа погребального инвентаря обоснована принадлежность этих погребений женщинам. Аналитические исследования состава предметов проводились с помощью оптического и сканирующего электронного микроскопа. Проведенный химический анализ металлического лома, найденного в погребениях, представлен оловянистыми бронзами с обособлениями свинца, металлургически чистой медью, оловом и серебряно-медистым сплавом. В изготовлении украшений и бытовых предметов использовалась металлургически чистая медь, свинцово-медистый сплав, цинковая и оловянистая бронзы. Получены убедительные свидетельства существования местного бронзолитейного производства. Преимущественно местное производство было связано с оловянистыми бронзами, свинцом и медью. Среди изделий из цветного металла представлены как изделия местных мастеров, так и привозные. Сходство состава сплавов изделий и лома подтверждает предположение о принадлежности рассматриваемых погребений женщинам-литейщицам, основной сферой деятельности которых являлось бронзолитейное производство.

**Ключевые слова:** эпоха Средневековья, вымская культура, Пермь Вычегодская, бронзолитейное производство, женщины-литейщицы, Чезтыягский могильник, нижняя Вычегода, археометаллургия, сплавы.

## Bronze casting of the Vycheгда Permians (based on the materials of the Lower-Vycheгда Chezhtyyag burial ground)

I. S. Astakhova<sup>1</sup>, E. A. Savelyeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology, FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

<sup>2</sup>Institute of Language, Literature and History, FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The paper deals with the burials of the excavation No. 7 of the Lower-Vycheгда Chezhtyyag burial ground of the Vym culture of the Vycheгда Perm, in which objects indicating the occupation of the population by bronze casting were found. The analytical studies were based on using optical and scanning electron microscopes. Based on the analysis of the grave goods, the belonging of these burials to women is substantiated. The conducted geochemical analysis of scrap metal found in the burials is represented by tin bronzes with lead separations, metallurgical copper, tin and silver-copper alloy. Metallurgical copper, lead-copper, zinc bronze, and tin bronze were used to manufacture adornments and household items. Convincing evidence of local bronze casting was obtained. Tin bronzes, lead and copper were produced mainly locally. Among the non-ferrous metal products, both products of local craftsmen and imported ones are presented. The similarity of the composition of non-ferrous metal and scrap metal products confirms the assumption that the burials in question belong to female casters, whose main field of activity was bronze casting.

**Keywords:** the epoch of the Middle Ages, Vym culture, Vycheгда Perm, bronze casting, women-casters, Chezhtyyag burial ground, Lower-Vycheгда, archeometallurgy, alloys.

### Введение

Проблема развития бронзолитейного производства у вычегодских пермян, предков современных коми-зырян, относится к числу слабоизученных. Она не являлась предметом специального исследования, хотя затрагивалась в некоторых публикациях. Первые попытки изучения бронзолитейного производства вычегодских пермян относятся к началу 70-х годов XX в. На основе полуколичественного спектрального анализа 29 предметов из Кичилькосьского-I могильника вымской культуры, выполненного в 1971 г. в лаборатории Института геологии Коми филиала АН СССР Т. И. Ивановой, было установлено, что большинство бронзовых вещей имеет довольно однородный химический состав, основу которого составляет медь; важ-

нейшими примесями являются свинец, цинк и олово. Большинство предметов отлито из свинцово-цинково-оловянной бронзы. С учетом выявленных естественных примесей был сделан вывод о выплавке металла из сульфидной руды [18, с. 116–117].

В 2001 г. А. В. Бирюков в общем перечне орудий ремесла памятников эпохи Средневековья Европейского Северо-Востока перечислил единичные инструменты литья на памятниках вымской культуры Перми Вычегодской. Исследователем также было высказано предположение о развитии местного бронзолитейного производства [4, с. 160–168].

Во второй половине XX в. археолого-этнографической экспедицией Сыктывкарского государственного университета под руководством Т. В. Истоминой бы-

**Для цитирования:** Астахова И. С., Савельева Э. А. Бронзолитейное производство вычегодских пермян (по материалам нижневычегодского Чезтыягского могильника) // Вестник геонаук. 2022. 4(328). С. 38–50. DOI: 10.19110/geov.2022.4.2.

**For citation:** Astakhova I. S., Savelyeva E. A. Bronze casting of the Vycheгда Permians (based on the materials of the Lower-Vycheгда Chezhtyyag burial ground). Vestnik of Geosciences, 2022, 4(328), pp. 38–50, doi: 10.19110/geov.2022.4.2.



ли проведены исчерпывающие раскопки Чезтыягского могильника на Нижней Вычегде, где были обнаружены погребения с предметами бронзолитейного производства, что позволяет на новом источниковедческом уровне обратиться к этой проблеме.

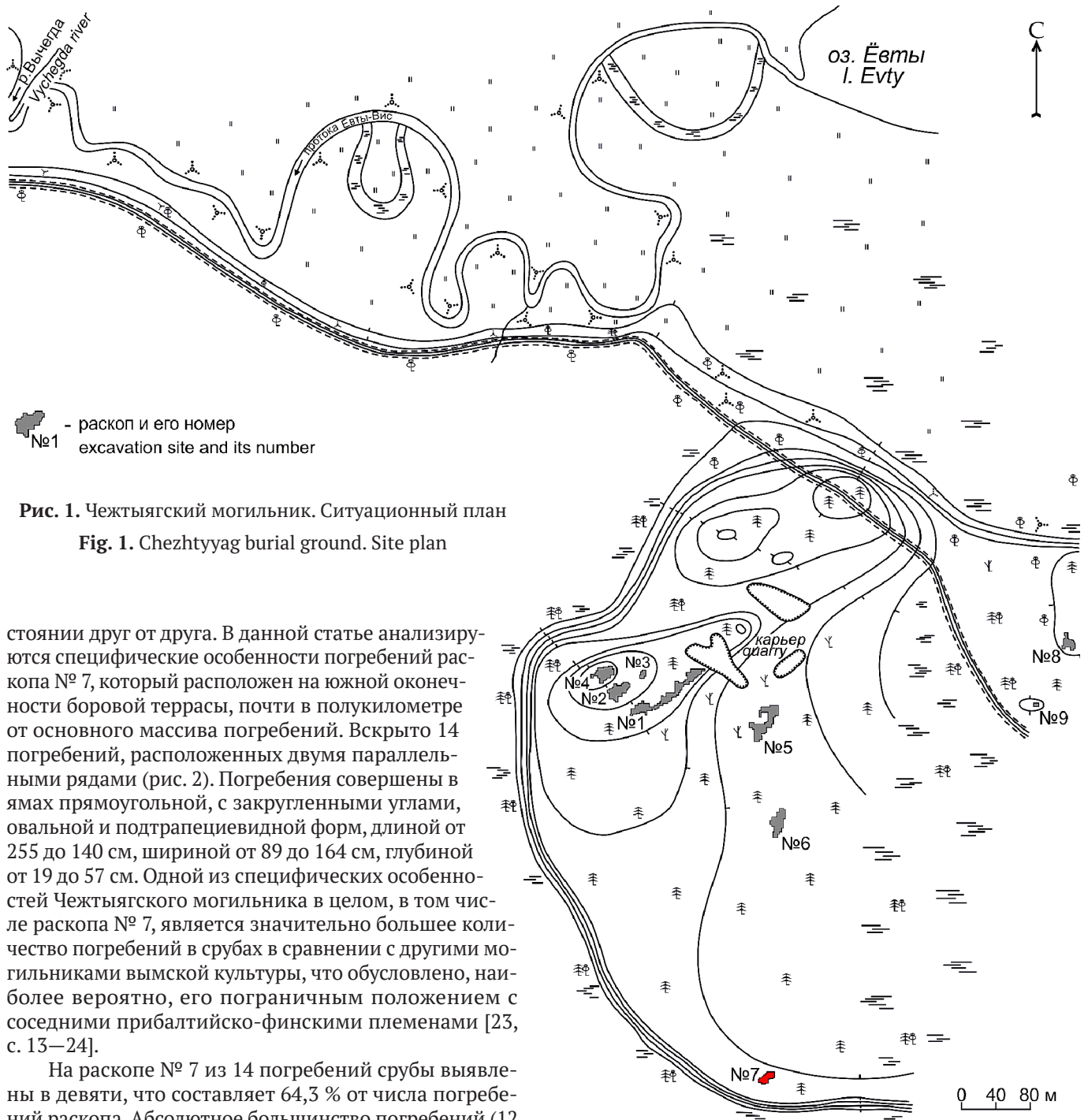
### Раскоп № 7 Чезтыягского могильника

Чезтыягский могильник расположен на левом берегу р. Вычегды, напротив дер. Вездино Усть-Вымского района Республики Коми (рис. 1). Автором раскопок он отнесен к нижневычегодскому варианту вымской культуры и датирован XI—XIV вв., хотя отмечено, что большинство погребений относится к XII—XIII вв. [9, с. 127—136].

Погребения расположены девятью группами, которые находятся на разном, порой значительном, рас-

пог.) совершенно способом кремации. Они заполнены углисто-зольным песком, в котором беспорядочно залегают кальцинированные кости и предметы погребального инвентаря.

В связи с отсутствием антропологического материала предпринята попытка определения половой принадлежности погребенных по сопровождающему инвентарю. Из 14 погребений 12 бесспорно относятся к женским. Проблематично определение гендерной принадлежности пог. 131, которое выделяется среди остальных и размерами, и конструктивными особенностями сруба, и погребальным инвентарем. По размерам оно значительно крупнее остальных (255 × 184 × 33 см). Соответственно более крупными размерами отличается и сруб. Его длина составляет 220 см, ширина 130 см, высота около 10 см, продольные стенки сооружены не из плах, как во всех других погребениях, а из целых бре-



стоянии друг от друга. В данной статье анализируются специфические особенности погребений раскопа № 7, который расположен на южной оконечности боровой террасы, почти в полукилометре от основного массива погребений. Вскрыто 14 погребений, расположенных двумя параллельными рядами (рис. 2). Погребения совершены в ямах прямоугольной, с закругленными углами, овальной и подтрапцевидной форм, длиной от 255 до 140 см, шириной от 89 до 164 см, глубиной от 19 до 57 см. Одной из специфических особенностей Чезтыягского могильника в целом, в том числе раскопа № 7, является значительно большее количество погребений в срубах в сравнении с другими могильниками вымской культуры, что обусловлено, наиболее вероятно, его пограничным положением с соседними прибалтийско-финскими племенами [23, с. 13—24].

На раскопе № 7 из 14 погребений срубы выявлены в девяти, что составляет 64,3 % от числа погребений раскопа. Абсолютное большинство погребений (12

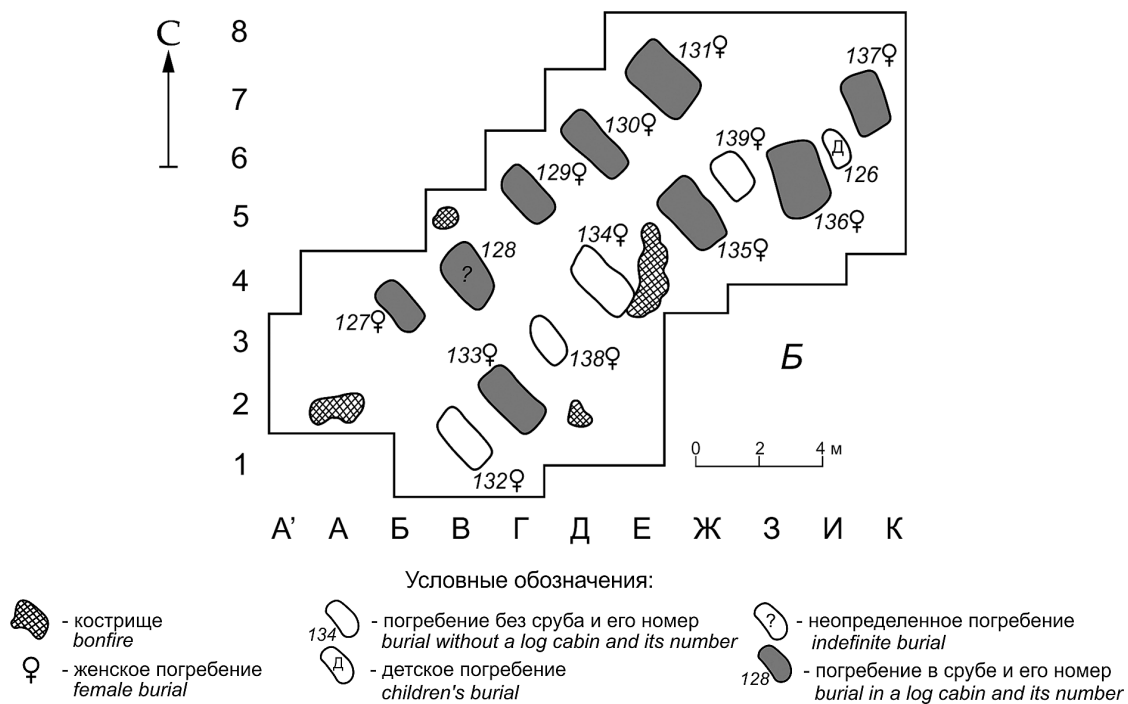


Рис. 2. Чезхтыягский могильник. План раскопа № 7

Fig. 2. Chezhtyag burial ground. Plan of excavation No. 7

вен, доски на дне лежат не параллельно вдоль стенок сруба, а поперек. Погребальный инвентарь представлен обломком серебряной бляшки, выполненной в технике скани и зерни, и серебряного шатона к ней, крупной цилиндрической бусиной со стянутыми краями, с накладными нитями стекла, обломком железного наконечника стрелы, двумя бронзовыми слитками, двумя обломками бронзовых изделий, мелкими обломками железных предметов и тремя фрагментами лепной керамики. До предположения об отнесении его к мужским была находка в погребении железного наконеч-

ника стрелы, однако известно, что погребения финно-угорских женщин-литейщиц нередко сопровождалось оружием [5, с. 75–87; 13, с. 154–155; 8, с. 172]. Наиболее вероятно, что пог. 131 принадлежит женщине с высоким социальным статусом. Определение гендерной принадлежности пог. 128 не представляется возможным — в нем найдены только три обломка неопределенных железных предметов [табл. 1].

Главной особенностью погребений этого раскопа являются предметы, указывающие на занятия населения бронзолитейным производством. В шести погреб-

Таблица 1. Характерные особенности могильных ям

Table 1. Characteristic features of grave pits

№ п/п	№ погр.	Размеры / Sizes			Способ погребения / Burial method		Пол / Sex		Форма могильной ямы / Shape of grave pit			Сруб / Log cabin			
		длина length	ширина width	глубина depth	т/с	т/п	М male	Ж female	прямо. straight	овал. oval	трап. trapezoidal	длина length	ширина width	высота height	столбик column
1	127	255	125	57	+			+	+			220	90	15	+
2	128	238	128	45	+			+	+			200	60–70	8	+
3	129	204	89	42	+			+	+			165	60	7	
4	130	233	100	27				+	+			205	80	14	13–15
5	131	255	184	33			+		+			220	130	10	
6	132	206	96	36		+		+	+			–	–	–	–
7	133	240	95	33	+			+	+			?	?	7	
8	138	155	78	19		?	?	?		+		–	–	–	–
9	134	243	118	30	+			+	+			–	–	–	–
10	135	252	105	32	+			+	+			210	75	10	+
11	139	140	85	25	+?			+		+		–	–	–	–
12	136	238	164	35	+			+	+			185	85	–	–
13	126	122	75	28	+			+		+		–	–	–	–
14	137	206	131	40	+			+	+			185	105	15	–



бениях (пог. 131, 133–136, 138) найдены оплавленные слитки металла, металлические шарики, обломки бронзовых пластинок, в погребениях 132, 137 — обломки льячек, рядом с пог. 127 — железный ювелирный пинцет, в пог. 129 — литейная форма из сланца серого цвета, в виде неправильного прямоугольника со сквозным круглым отверстием в центре диаметром 4 мм и литником у рабочей поверхности (рис. 3). Во многих погребениях лежали аморфные фрагменты бронзовых изделий, расплавившиеся в такой степени, что их идентификация невозможна.

В пог. 135 с богатым вещевым инвентарем найдено 12 оплавившихся бронзовых предметов, абсолютно деформировавшихся, среди них есть мелкие, каплевидной формы. Аналогичная ситуация в пог. 136, в котором идентификация многих оплавившихся бронзовых вещей возможна только предположительно, встречаются мелкие обломки бронзовых изделий, оплавленные слитки бронзы, бронзовые ядрышки, а также многочисленные обломки медного котла. Мелкие обломки бронзовых изделий, слитки бронзы, бронзовые ядрышки найдены и за пределами погребения. Наиболее вероятно, что они пред-

ставляют собой производственный лом, предназначенный для переплавки.

К особенностям этих погребений относится и разнообразный набор женских украшений. Прежде всего обращает на себя внимание многочисленность стеклянных бус. Из одиннадцати погребений с бусами в пяти из них насчитывается несколько десятков экземпляров. Общее количество стеклянных бус превышает 240 экз., кроме них найдено 19 бронзовых. Наряду с бусами найдены бронзовые украшения: височные кольца, трубчатые и спиралевидные пронизки, грушевидные и шаровидные бубенчики, конусовидные пронизки, перстни, шумящие подвески, целые и в обломках, предметы поясной гарнитуры, единичные серебряные украшения. Из бытовых предметов встречаются ножи, бронзовые пуговицы, кремневые кресальные осколки. Наиболее многочисленной категорией являются фрагменты керамических сосудов и, реже, целые разбитые сосуды. Во многих погребениях обнаружены обломки нескольких сосудов. Как правило, фрагменты одного сосуда встречаются как в погребении, так и рядом с ним. Насыщено находками и межмогильное пространство с остатка-

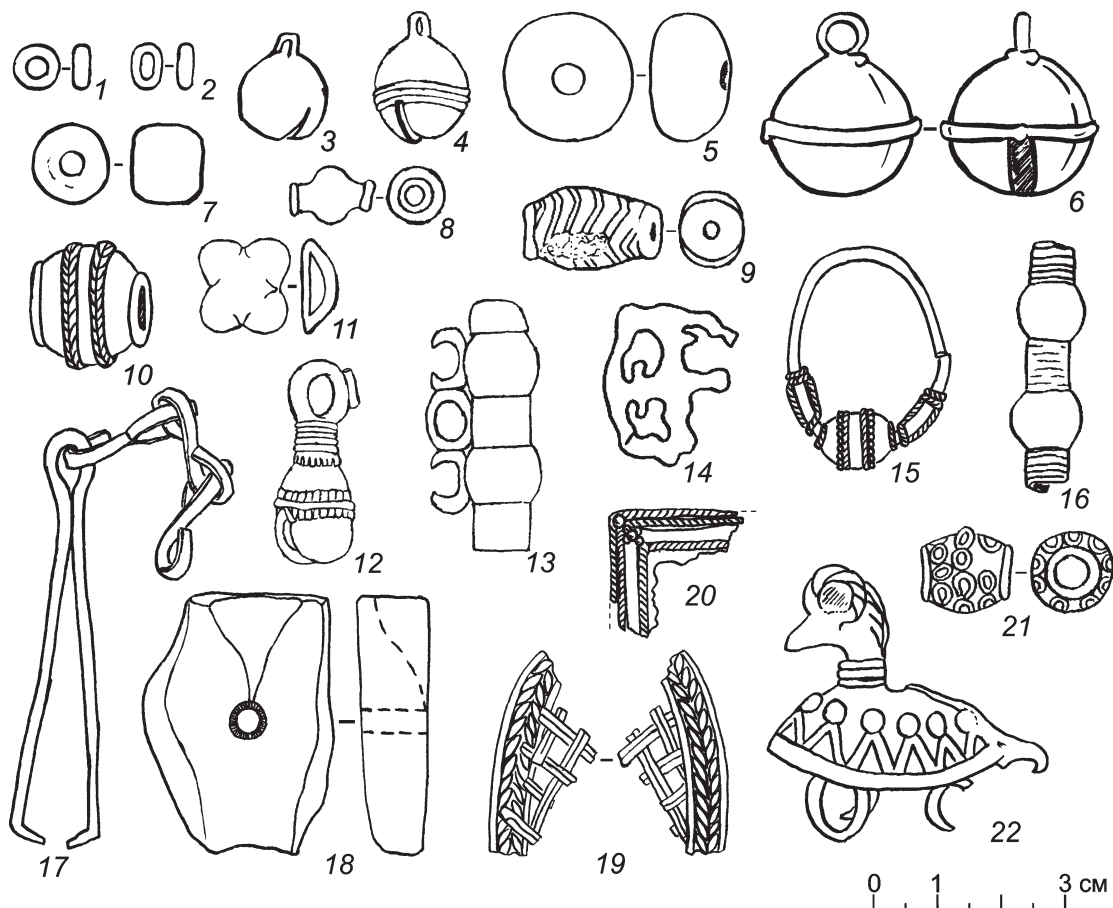


Рис. 3. Предметы погребального инвентаря Чезтыягского могильника:

1, 2, 5, 7 — пог. 134; 3, 19 — пог. 139; 4, 11–13 — пог. 136; 6 — пог. 141; 8, 10, 21 — кв. 4Е; 9, 20 — пог. 131; 14, 16 — кв. 3А; 15 — пог. 127; 17, 22 — кв. 2А; 18 — пог. 129. Материал: серебро — 15, 20; стекло — 1, 2, 5, 7, 9; бронза — 3, 4, 6, 8, 10–12, 14, 16, 19, 21, 22; железо — 17; камень — 18

Fig. 3. Items of grave goods of the Chezhtyyag burial ground:

1, 2, 5, 7 — burial 134; 3, 19 — burial 139; 4, 11–13 — burial 136; 6 — burial 141; 8, 10, 21 — square 4E; 9, 20 — burial 131; 14, 16 — square 3A; 15 — burial 127; 17, 22 — square 2A; 18 — burial 129. Material: silver — 15, 20; glass — 1, 2, 5, 7, 9; bronze — 3, 4, 6, 8, 10–12, 14, 16, 19, 21, 22; iron — 17; stone — 18

ми поминально-жертвенных тризн, среди которых встречаются предметы, связанные с бронзолитейным производством. В целом погребальный инвентарь отличается очень высокой степенью обожженности, что отличает его от других могильников вымской культуры.

Чезтыягский могильник в настоящее время является первым и единственным могильником вымской культуры, на котором выявлена группа погребений, которая предположительно принадлежит выделившимся из общины женщинам, основной сферой деятельности которых являлось бронзолитейное производство.

На могильниках вымской культуры находки металлообрабатывающего инвентаря единичны. На Кичилькосьском-I могильнике в двух погребениях (пп. 11, 78) с богатым погребальным инвентарем обнаружены льячки [22, с. 176, 205]. Ложковидная льячка обнаружена на Петкойском могильнике в пог. 14 [20, с. 112, рис. 5, 14]. Рядом с пог. 290 на Жигановском могильнике найден ювелирный пинцет [21, с. 419, рис. 291, 4]. Все перечисленные погребения с предметами литья являются женскими и отличаются богатым погребальным инвентарем.

Находки инструментов литья на памятниках вымской культуры бесспорно указывают на развитие местного бронзолитейного производства у вычегодских пермян, однако только материалы раскопок погребений Чезтыягского могильника позволяют подтвердить высказанное впервые Б. А. Рыбаковым, а затем убедительно обоснованное Л. А. Голубевой положение, что погребения женщин с орудиями литья свидетельствуют о специализации ювелирного дела, процессе выделения женского литейного ремесла [16, с. 90–94; 5, с. 79]. Л. А. Голубевой вершиной его развития определяется X в., однако отмечается, что еще в первой половине XI в. у волжских финнов это ремесло оставалось женским [5, с. 85]. Л. А. Голубевой впервые были выделены специфические этнические традиции в бронзолитейном производстве различных групп волжских финнов [5, с. 78]. Эта идея нашла дальнейшее развитие в работах Т. Б. Никитиной и Д. Ю. Ефремовой, исследующих погребения женщин-литейщиц на средневековых могильниках Вятско-Ветлужского междуречья [14, с. 77–78; 15, с. 336–344; 13, с. 146–165]. Погребения женщин с предметами бронзолитейного производства известны и на памятниках пермских финнов [8, с. 169–183], веси [2; 3, с. 5–7; 6, с. 70].

Погребения женщин-литейщиц, выявленные у финно-угров, объединяет ряд общих черт: предметы бронзолитейного производства (тигли, льячки, литейные формы, производственный лом, предназначенный для переплавки), преобладание в погребальном инвентаре женских украшений, богатство погребений, насыщенное находками межмогильное пространство. Они свидетельствуют о высоком социальном статусе погребенных, обусловленном их литейным ремеслом, наделением их магическими способностями.

Хронологические рамки погребений женщин-литейщиц на Чезтыягском могильнике определяются XII–XIII вв. Бронзовая умбоновидная шумящая подвеска с привесками в виде колокольчиков находит

аналогии в древнемарийских могильниках XII–XIII вв. [1, рис. 23, 25; 12]. Шаровидные бубенчики с линейной прорезью, тремя рельефными линиями по тулову датируются последней четвертью XI в. до второй половины XIII в. [24, с. 156], 1076–1299 гг. [12, с. 61], шаровидные бубенчики линейно-прорезные с одинарным рельефным валиком — второй половиной XIII в. до конца XIV в. [24, с. 156], 1231 — сер. 1260-х годов, в целом после 1224 г. [12, с. 61]; гладкие шаровидные бубенчики с линейной прорезью — с XI до XIV в. [24, с. 156], крестопорезные подвески — XII–XIII вв. [24, с. 42]. Серебряные украшения со сканью и зернью на памятниках вымской культуры относятся к XII–XIII вв. [19, рис. 37]. Бронзовые трубчатые Ф-овидные пронизки относятся к широко распространенным украшениям финно-угров и датируются XII–XIV вв. [19, рис. 37]. Бронзовая полая зооморфная подвеска («баранчик»), по Е. А. Рябинину, датируется второй половиной XI–XII вв. [17, рис. 3]. Стекланные бусы — зонные, кольцевидные, бесцветные, шаровидные, с накладными нитями — также бытовали в XII–XIII вв. [7, рис. 237, 8]. Бронзовые бочонковидные бусы относятся к этому же хронологическому горизонту [10, рис. 15]. Наиболее вероятная дата погребений раскопа № 7 — XIII в.

## Методы исследования

Исследование предметов бронзолитейного производства проводилось в Центре коллективного пользования «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Минеральный состав сплавов изучался с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega3 LMN, оборудованного EDS-системой микроанализа INCAX-MAX 50 mm фирмы Oxford Instruments (напряжение — 20 кВ, сила тока — 15 нА, вакуум — 0.05 Па, диаметр пучка 2 мкм). Эталоны, погрешность (мас. %): Fe (Fe); 0.37, Bi (Bi); 1.04, Cu (Cu); 0.36, Si, O (SiO<sub>2</sub>); 0.14, Pb (PbTe); 0.27, As (InAs); 0.41, Sb (Sb); 0.25, Ni (Ni); 0.24; Ag (Ag); 0.69 (аналитик Е. Тропников).

Для проведения микронзондовых исследований поверхности предметов были зачищены до свежего сплава площадью не более 2 мм<sup>2</sup> или отобраны микропробы.

## Химический состав сплавов

Аналізу подверглась часть артефактов, среди которых представлены как слитки металла, аморфные изделия, так и отдельные целые украшения. Состав сплавов цветных металлов в обломках, пластинках, условно названных металлургическим ломом, различный. В соответствии с общепринятой классификацией сплавов можно выделить несколько групп [11, с. 10] (табл. 2).

**1. Металлургически чистая медь.** К этой группе отнесены отдельные медные пластины с содержанием Cu до 99 %, с примесями других элементов, обнаруженных до одного процента. Такой тип сплава установлен в трех образцах, что составляет 18 % от общего объема металлургического лома.

Отдельные пластинки — № 2817 из кв. 4-И у пог. 134 и № 28275-И у пог. 136 — по составу преимущественно медные с содержанием Cu 98–100 %. Состав

**Таблица 2.** Химический состав сплавов пластинок и обломков, мас. %  
**Table 2.** Chemical composition of the alloys of plates and fragments, wt. %

Характеристика образца Sample characteristics	Номер образца (кол-во измерений) Sample No. (number of measurements)	Погребение Burial	S	Fe	Cu	Ag	Sn	Sb	Pb	Тип сплава Alloy type
капельные слитки бронзы / teardrop bronze ingot	2614/1 (n = 2)	130	1.89	-	77.91	-	16.86	0.43	0.87	оловянистые бронзы с обособлениями свинца tin bronzes with lead segregations
капельные слитки бронзы / teardrop bronze ingot	2614/2 (n = 3)	130	43.5	-	6.91	-	0.79	-	48.8	
капельные слитки бронзы / teardrop bronze ingot	2614/3 (n = 3)	130	-	-	93.05	-	6.95	-	-	
оплавленное металлическое изделие / melted metal product	2613/1 (n = 3)	130	-	-	91.2	-	8.04	-	0.16	
оплавленное металлическое изделие / melted metal product	2613/2 (n = 3)	130	-	-	65.23	-	6.51	-	28.26	
обломок оплавленного украшения / melted ornament fragment	2824/1 (n = 2)	136	-	1.54	20.87	-	4.51	-	73.08	
обломок оплавленного украшения / melted ornament fragment	2824/2 (n = 2)	136	-	-	85.24	-	-	-	14.76	
обломок оплавленного украшения / melted ornament fragment	2824/3 (n = 2)	136	-	0.5	7.76	-	3.13	-	88.6	
оплавленное изделие / melted product	2601/1 (n = 4)	135	-	-	96.79	-	2.39	-	-	
оплавленное изделие / melted product	2601/2 (n = 4)	135	-	-	40.17	-	4.47	-	51.6	
оплавленное изделие / melted product	136/1 (n = 2)	136	-	-	93.75	-	6.25	-	-	
оплавленное изделие / melted product	136/2 (n = 2)	136	-	-	80.86	-	19.14	-	-	
оплавленное изделие / melted product	2684 (n = 4)	133 кв 2-а	-	-	60.47	-	39.53	-	-	
слиток металла каплевидной формы / teardrop metal ingot	2602 (n = 2)	135	-	-	92.08	-	7.54	0.38	-	
обломок украшения / fragment of decoration	2515 (n = 3)	131	-	0.2	91.5	-	7.85	0.24	0.21	
обломок височного кольца / fragment of temple ring	2559 (n = 3)	134	-	-	96.57	-	3.43	-	-	
оплавленное изделие / melted fragment	2695 (n = 4)	127	-	-	82.99	-	15.6	-	0.79	
обломок котла / cauldron fragment	2817 (n = 2)	134	-	-	99.76	-	-	-	-	
обломок котла / cauldron fragment	2833/1 (n = 2)	130	-	-	99.51	-	-	-	-	
обломок котла / cauldron fragment	2833/2 (n = 2)	130	-	-	100	-	-	-	-	
обломок котла / cauldron fragment	2827 (n = 2)	136	-	-	100	-	-	-	-	
обломок браслета? / broken bracelet?	2560/1 (n = 3)	134	-	-	8.35	89.65	-	-	1.99	
обломок браслета? / broken bracelet?	2560/2 (n = 3)	134	-	-	98.19	1.81	-	-	-	
слиток металла / metal ingot	2570 (n = 3)	134	-	1.62	-	-	98.38	-	-	
слиток металла / metal ingot	2569 (n = 2)	134	-	-	-	-	100	-	-	
оплавленное изделие / melted product	2737 (n = 2)	133 кв 2-д	-	-	-	-	100	-	-	

*Примечание.* Результаты приведены к 100 % без учета окислов. В пробе 2601 — 3.76 % Bi, в пробе 2833/1 — 0.49 % As.  
*Note.* The results are adjusted to 100 % excluding oxides. In sample 2601 — 3.76 % Bi, in sample 2833/1 — 0.49 % As.

пластинки № 2833 из кв. 6-И у пог. 130 неоднороден. Более 90 % сплава состоит из чистой меди с содержанием Cu до 100 %, а также обнаружены участки с примесью мышьяка до 0.5 %.

**2. Металлургически чистое олово.** К этой группе отнесены обломки с содержанием олова от 90 до 100 %. Данный сплав установлен в трех изделиях (18 % от объема отходов). В пог. 134 обнаружены обломки пластинок № 2569, 2570, состав сплава которых однороден и представлен оловом, с содержанием от 90.4 до 100 %. В некоторых результатах анализа установлены также примеси железа (до 1.30 %), алюминия (3.87 %), кремния (3.26 %) и фосфора (1.19 %), которые могут быть связаны либо с процессами плавки, либо с участками загрязнения поверхности. В кв. 2-Д пог. 134 (№ 2737) были обнаружены кусочки овальной бутылковидной формы размером до 1 см, состоящие из чистого олова.

**3. Серебряно-медный сплав** установлен лишь в одном образце из пог. 134. Обломок пластинчатого украшения, предположительно браслета (№ 2560), изготовлен из неоднородного по составу сплава. Более 50 % исследованного фрагмента представляет собой сплав с содержанием серебра до 90 % с примесями меди 8 % и свинца до 2 % (рис. 4, а). Более темные участки на SEM-снимках соответствуют составу меди (98 % Cu) с примесями Ag до 2 %.

**4. Оловянистая бронза.** К этой группе отнесены медьсодержащие сплавы, однородные по составу, в которых концентрация олова достигает от долей до нескольких десятков процентов и преобладает над содержанием других микропримесей. Такой тип сплава обнаружен в пяти изделиях, что составляет 29.5 % от общего объема исследуемых образцов отходов металлообработки.

В погребении 134 обнаружены обломки кругло-проволочного височного кольца (№ 2559), которые состоят практически из чистой меди (до 96 %) с небольшими примесями олова (до 4 %). В этом же погребении найден фрагмент рамчатой пряжки (№ 2515), средний состав которого соответствует оловянистой бронзе (мас. %) ( $n = 3$ ): Cu — 91.50; Sn — 7.85; Sb — 0.24; Pb — 0.21; Fe — 0.20. Близкий по составу обломок бронзового сплава (№ 2602) установлен в пог. 135, в кв. 2-А у пог. 133 — бесформенное изделие (№ 2684), представляющее собой заготовку для изготовления украшения. Состав однороден — олово-медный сплав. В квадрате 3-А у пог. 127 обнаружен обломок оплавленного украшения, возможно бубенчика (№ 2695), в составе которого установлена медь (до 83 %) и олово (16 %) с примесью свинца до 1 %.

**3. Оловянистые бронзы с обособлениями свинецсодержащего сплава.** Особенности такого сплава является неоднородность структуры сплава. Основная масса сплава состоит из оловянистой бронзы, в которой содержание Cu варьирует от 77 до 97 мас. % и Sn — 7—17 мас. %. Содержание свинца в обособлениях достигает 88 %. Такой тип сплава обнаружен в пяти изделиях, что составляет 29.5 % от общего объема исследуемых образцов отходов металлообработки.

Каплевидный слиток (№ 2614) из пог. 130 представлен неоднородным сплавом. Состав сплава состоит из меди (78 %), олова (17 %), свинца (до 0.9 %) и сурьмы (0.43 %) (рис. 4, б). Встречаются отдельные

участки, в которых содержание меди увеличивается до 93 %, а из примесей присутствует только олово, содержание которого достигает 7 %. В общей массе сплава встречаются обособления (до 5 % от общего объема) размером от первых микронов до 50 мкм сульфида свинца состава (мас. %) ( $n = 3$ ): Pb — 48.80; S — 43.50; Cu — 6.91; Sn — 0.79. Неоднородность сплава установлена в слитке (№ 2613) из пог. 130. Основная масса сплава состоит из меди (91.2 %), олова (8.4 %), свинца (0.16 %). В более светлых участках (рис. 4, с), которые имеют нитевидную форму и занимают около 10 % от общего объема, увеличивается содержание свинца до 26.4 %.

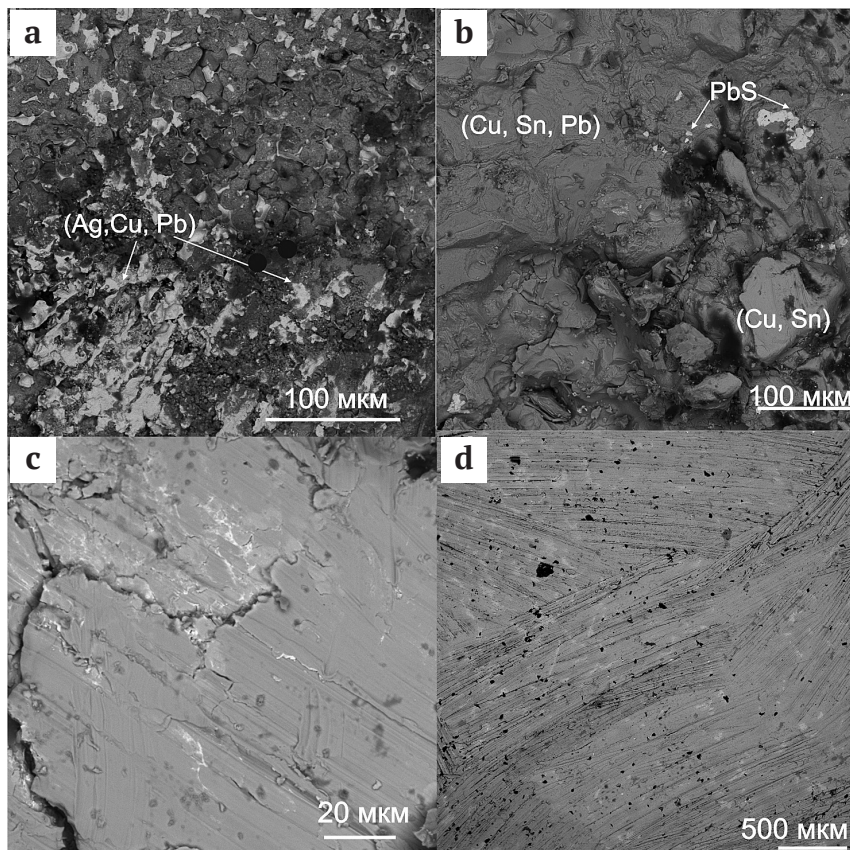
В погостах 135 (№ 2601) и 136 (№ 2613) были обнаружены остатки плавильного производства неправильной формы (возможно, фрагменты льячки). Состав сплава из пог. 136 неоднороден по составу. Участки более светлоокрашенные, составляют около 20 % от общей массы, представлены сплавом из меди (80 %) и олова (20 %), а в более темноокрашенной основной массе содержание меди увеличивается до 94 % и снижается концентрация олова до 6 % (рис. 4, d). Также обнаружены единичные угловатые включения самородного свинца размером менее 1 мкм. Хотя основной состав сплава из пог. 135 схож со сплавом из пог. 136, однако в данном образце концентрация меди достигает 97 % с примесью олова до 3 %. Обособления имеют вытянутую форму, и их размер достигает 3 мкм. Состав включений (мас. %) ( $n = 4$ ): Pb — 51.60; Cu — 40.17; Sn — 4.47; Bi — 3.76. Присутствие данных элементов, возможно, связано с изначальной выплавкой полиметаллических свинцово-висмутовых руд. Отходы плавильного производства обнаружены в кв. 5-И пог. 136, они представляют собой предположительно фрагмент арочной косорешетчатой подвески (№ 2824). Состав сплава неоднороден. Основная масса представлена оловянно-медистым соединением с содержанием меди 85 % и олова 15 %. Включения размером до 10 мкм представлены сплавом свинца (89 %), меди (8 %), олова (3 %) и железа (до 1 %). Продукты окисления сплава имеют состав (мас. %): Sn — 50.47; O — 23.59; Cu — 21.60; Pb — 2.27; Si — 2.07.

Проведены микронзондовые исследования сплавов изделий. Состав сплавов цветных металлов различен, поэтому, как и у вышеописанных образцов, было выделено несколько групп (табл. 3).

**1. Металлургически чистая медь.** К этой группе отнесены отдельные медные пластины с содержанием Cu до 99 %, с примесями других элементов, обнаруженных до одного процента.

В кв. 4—3 пог. 134 и в пог. 136 в кв. 5—3 были обнаружены обломки котла (№ 2807, 2815). Образцы состоят из меди (Cu до 99 %) с примесью мышьяка до 1 %. В кв. 5-И бронзовый шарик (№ 2825) состоит из самородной меди. Крестовидная накладка из пог. 136 (№ 2610) изготовлена практически из чистой меди (99 % Cu) с примесью сурьмы до 1 %.

**2. Свинцовые бронзы.** К этой группе отнесены оловянно-медные сплавы с содержанием свинца от долей до первых процентов, концентрация свинца преобладает над содержанием других элементов-примесей. В пог. 136 обнаружен фрагмент якорьковой подвески (№ 2635). Для исследования было отобрано звено и сделан поперечный срез. Строение сплава анало-



**Рис. 4.** Химический состав сплавов в металлургическом ломе (SEM-снимки):

a — обломок пластинчатого украшения (№ 2560), b — каплевидный слиток (№ 2614), c — слиток (№ 2613), d — остатки плавильного производства пог. 136 (№ 2642?)

**Fig. 4.** Chemical composition of alloys in metallurgical scrap (SEM images).

a — a fragment of a lamellar decoration (No. 2560), b — a teardrop-shaped ingot (No. 2614), c — an ingot (No. 2613), d — remains of smelting production of burial 136 (No. 2642?)

гичное образцу № 2494 из пог. 130. Центральная часть плохо сохранилась, по отдельным участкам затруднительно провести определение состава сплава. Далее и по периферии следует каемка, обогащенная свинцом, состав которой достаточно равномерен: 92 % Pb и до 8 % Cu. Между данными скоплениями основная масса сплава состоит из меди (до 99 %) с примесями свинца и железа до 1 % (рис. 5, a).

**3. Цинковая бронза.** Данная группа представлена оловянно-медными сплавами с содержанием цинка от долей до первых процентов, концентрация цинка преобладает над содержанием других элементов-примесей.

Спиралевидная пронизка из пог. 127 (№ 2697) неоднородна по составу. Обнаружены участки с содержанием меди (85 %), цинка (11 %), олова до 4 % и свинца до 1 %. В отдельных областях сплава идет концентрация цинка до 22 % и увеличение свинца до 2 %, снижение меди до 76 % и появление железа до 1 %. Колокольчикообразная пронизка из пог. 137 (№ 2653) также неоднородна по составу. Основная масса представляет собой олово-цинково-медный сплав с содержанием меди (до 81 %), цинка (до 14 %) и олова (до 4 %) с примесями свинца и железа (до 2 %). Округлые свинцовые включения размером до 5 мкм с содержанием свинца (88 %), меди (11 %) и цинка (до 2 %) занимают около 5 % от объема сплава. Височное кольцо,

обнаруженное у пог. 136 в кв. 5-И (№ 2819), имеет достаточно неравномерный состав сплава (мас. %): Cu — 74.17–91.23; Sn — 0.90–22.61; Pb — 0–1.33; Zn — 0–6.26; Ag — 0–0.28; Sb — 0–1.54. Выделены участки сплава, обогащенные либо цинком, либо оловом. Обнаружены свинецсодержащие выделения удлиненной формы с содержанием серы (до 10 %) и безсерные свинцовые включения округлой формы размером до 5 мкм. Содержание свинца в последних достигает 89 % с колебанием содержания меди 9.5–17.7 %, олова 1.5–6.6 % и цинка до 1 %.

**4. Оловянистая бронза.** Однородный по структуре медный сплав, в котором концентрации олова составляют от долей до нескольких процентов и преобладают над содержанием микропримесей.

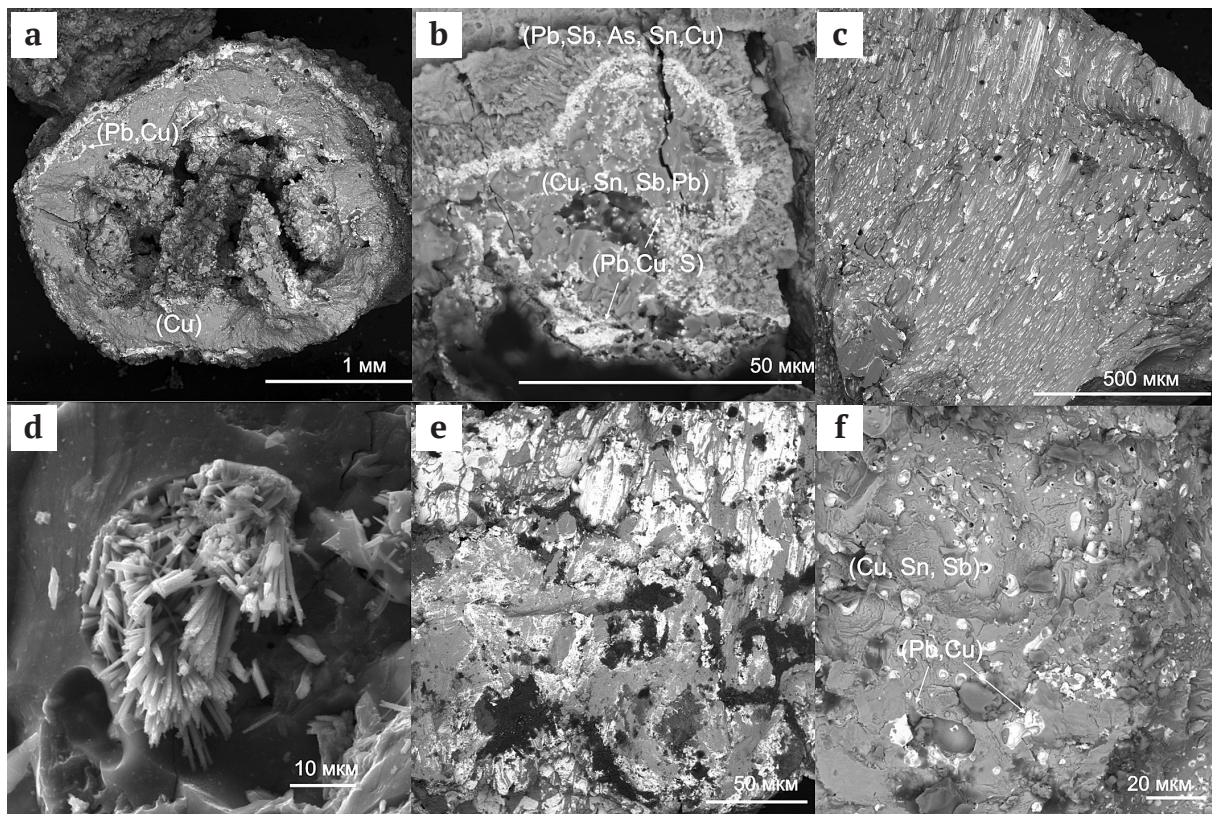
Обломок височного кольца (пог. 127, № 2480) изготовлен из меди (Cu до 98 %) с примесями олова (до 1.79 %) и железа (0.21 %); бронзовый шарик (у пог. 136, № 2810) состоит из меди (75 %) и олова (25 %). Спиралевидная пронизка (№ 2809) плохой сохранности, сильно окисленная, без сохранения сплава. Приблизительно, без учета окислов, можно предположить, что сплав состоял из меди (около 50 %), олова (35 %), свинца (4 %), сурьмы (около 2 %), железа (менее 1 %). В погребении 130 обнаружен бронзовый шарик (пог. 130, № 2495), имеющий средний состав (мас. %) (n = 2): Cu — 93.68; Sn — 5.62; Sb — 0.57.



**Таблица 3.** Химический состав сплавов изделий, мас. %  
**Table 3.** Chemical composition of the alloys of products, wt. %

Изделия / Products	Номер образца (кол-во измерений) / Sample No. (number of measurements)	Погребение Burial	Fe	Cu	Zn	As	Sn	Sb	Pb	Тип сплава / Alloy type
накладка / overlay	2610 (n = 2)	136	-	99.53	-	-	-	0.47	-	металлургическая медь metallurgical copper
шарик / ball	2825 (n = 2)	136	-	100	-	-	-	-	-	
котел / cauldron	2815 (n = 2)	136	-	100	-	-	-	-	-	свинцовые бронзы lead bronzes
котел / cauldron	2807 (n = 2)	134	-	99.68	-	0.32	-	-	-	
подвеска / pendant	2635/1 (n = 2)	136	0.17	99.07	-	-	-	-	0.76	
подвеска / pendant	2635/2 (n = 2)	136	-	8.24	-	-	-	-	91.76	
пронизка / bead	2697/1 (n = 2)	127	-	84.58	10.95	-	3.60	-	0.87	цинковая бронза zinc bronze
пронизка / bead	2697/2 (n = 2)	127	0.46	76.42	21.51	-	-	-	1.61	
пронизка / bead	2653/1 (n = 2)	137	0.23	80.71	13.82	-	4.01	-	1.22	
пронизка / bead	2653/2 (n = 2)	137	-	10.59	1.92	-	0	-	87.49	
височное кольцо / temple ring	2819/1 (n = 3)	136	-	91.23	6.26	-	0.9	-	1.33	
височное кольцо / temple ring	2819/2 (n = 2)	136	-	17.66	1.27	-	0	-	81.07	
височное кольцо / temple ring	2819/3 (n = 2)	136	-	90.45	-	-	9.55	-	-	
височное кольцо / temple ring	2819/4 (n = 2)	136	-	13.10	-	-	6.64	-	70.20	
височное кольцо / temple ring	2819/5 (n = 2)	136	-	74.17	-	0.64	22.61	1.54	-	
височное кольцо / temple ring	2819/6 (n = 2)	136	-	9.51	-	-	1.37	-	89.12	
височное кольцо / temple ring	2645/1 (n = 2)	137	-	93.71	-	0.52	5.29	0.48	-	оловянистые бронзы с обособлениями свинца with segregations of lead
височное кольцо / temple ring	2645/2 (n = 2)	137	-	8.69	-	-	3.46	-	76.93	
бубенчик / bell	2634/1 (n = 2)	136	-	95.08	-	-	3.19	-	1.73	
бубенчик / bell	2634/2 (n = 2)	136	-	5.60	-	-	-	-	94.4	
подвеска / pendant	2673/1 (n = 2)	139	-	71.40	-	-	28.18	0.42	-	
подвеска / pendant	2673/2 (n = 2)	139	-	10.47	-	-	1.87	-	87.66	
украшение / decoration	2494/1 (n = 2)	130	-	93.26	-	-	3.69	2.07	0.84	
украшение / decoration	2494/2 (n = 2)	130	-	12.59	-	-	0.54	-	76.04	
украшение / decoration	2494/3 (n = 2)	130	-	14.51	-	5.25	6.98	15.04	58.22	
пронизка / bead	2603 (n = 3)	135	0.33	79.9	-	0.58	13.84	0.49	4.08	
височное кольцо / temple ring	2480 (n = 2)	127	0.14	97.97	-	-	1.79	-	-	оловянистые бронзы tin bronzes
бубенчик / bell	2633 (n = 2)	136	-	66.57	-	0.54	32.89	-	-	
пронизка / bead	2698 (n = 2)	127	0.38	87.42	-	-	10.27	-	1.93	
пронизка / bead	2631 (n = 2)	136	-	67.89	-	-	32.11	-	-	
бубенчик / bell	2694 (n = 2)	127	-	88.81	-	-	11.19	-	-	
бусина / bead	2617 (n = 2)	136	-	90.55	-	-	8.44	-	1.00	
шарик / ball	2810 (n = 2)	136	-	74.11	-	-	25.89	-	-	
накладка / overlay	2646 (n = 2)	137	-	88.62	-	-	8.1	-	3.29	
пронизка / bead	2809 (n = 3)	136	1.62	39.15	-	-	32.47	1.07	3.16	
шарик / ball	2495 (n = 2)	130	-	89.3	-	-	9.99	0.50	-	

Примечание (мас. %): 2809 — O — 19.03; 2819/2 — S — 10.07; 2494/2 — S — 10.83; 2819/1 — Ag — 0.28; 2645/2 — S — 10.92; 2824/2 — O — 23.59. Результаты приведены к 100 %.  
 Note (wt. %): 2809 — O — 19.03; 2819/2 — S — 10.07; 2494/2 — S — 10.83; 2819/1 — Ag — 0.28; 2645/2 — S — 10.92; 2824/2 — O — 23.59. The results are adjusted to 100 %.



**Рис. 5.** Химический состав сплавов в изделиях и украшениях (SEM-снимки):

a — фрагмент якорьковой подвески (№ 2635), b — обломок бронзового украшения (№ 2494), c — накладка (№ 2646), d — кольцевидное украшение (№ 2612), e — бубенчики-привески (№ 2634), f — косорешетчатая подвеска (№ 2673)

**Fig. 5.** Chemical composition of alloys in products and adornments (SEM images):

a — a fragment of an anchor pendant (No. 2635), b — a fragment of a bronze ornament (No. 2494), c — an overlay (No. 2646), d — a ring-shaped ornament (No. 2612), f — pendant bells (No. 2634), f — oblique lattice suspension (No. 2673)

Пронизка из пог. 135 (№ 2603) отличается содержанием примесей со средним составом (мас. %) ( $n = 2$ ): Cu — 79.9; Sn — 13.84; Pb — 4.08; Sb — 0.49; As — 0.58; Fe — 0.33. Трубочатые пронизки у пог. 127 в кв. 3-А (№ 2698) изготовлены из оловянистой бронзы с содержанием (мас. %) ( $n = 2$ ): Cu — 87.42; Sn — 10.27; Pb — 1.93; Fe — 0.38. Грушевидный бубенчик (№ 2694) состоит из меди (89 %) и олова (11 %). Ф-овидная пронизка (пог. 136, № 2631) изготовлена из оловянистой бронзы с содержанием Cu до 68 % и Sn 32 %. В погребении 136 обнаружены грушевидные бубенчики (№ 2633), изготовленные из оловянно-медистого сплава с содержанием Cu до 67 % и Sn — 33 % с примесями мышьяка до 0.55 %. При производстве бронзовых кольцевидных бус из этого же погребения (№ 2617) использовался олово-медный сплав с содержанием меди до 90 %, олова — 8 % и свинца около 2 %. Схожий по составу сплав использован в изготовлении накладки (№ 2646) из пог. 137. Основная матрица сплава состоит из меди (88 %), олова (8 %) и свинца (около 4 %) (рис. 5, c). Кольцевидное украшение, предположительно височное кольцо из пог. 136 (№ 2612), сильно корродировано и деформировано. На этапе зачистки и отбора пробы не был установлен сохранившийся сплав. Однако присутствуют участки, по составу близкие к куприту и включающие (мас. %): Cu — 61.05–73.01; O — 25.45–29.00; Si — 0.96–1.98; P — 0.22–7.56; K — 0.25–0.36; S — 0.21–0.29; Ca — 0–2.39; Fe — 0.15–

0.23. В пустотах данное соединение образует игольчатые кристаллы размером до 10 мкм (рис. 5, d). Обнаружены участки, в составе которых преобладает олово (мас. %): Sn — 35.07; O — 29.13; Cu — 11.33; Pb — 9.32; Si — 0.48; P — 9.96; K — 36; Ca — 2.39; Zn — 1.68. Можно предположить, что изделие было изготовлено из оловянистой бронзы.

#### 5. Оловянистые бронзы с обособлениями свинецсодержащего сплава.

Круглопроволочное височное кольцо из пог. 137 (№ 2645) гетерогенное по составу. Основная масса сплава представлена оловянно-медным составом с содержанием Cu до 94 % и Sn — 5 % с примесями мышьяка и свинца (до 1 %). Включения угловатой формы, размером до 5 мкм в сплаве составляют менее 10 % и состоят из свинца (77 %), серы (10 %), меди (9 %), олова (4 %). Грушевидные бубенчики-привески из этого же погребения (№ 2634) отлиты из гетерогенного по строению и составу сплава. Листовидные вытянутые выделения размером до 50 мкм, занимающие около 50 % от объема, имеют свинцово-медный состав (Pb — до 94 %; Cu — 6 %). Основная матрица сплава состоит из меди (95 %), олова (3 %) и свинца (2 %) (рис. 5, e). Обломок косорешетчатой подвески из пог. 139 (№ 2673) изготовлен из сплава, неоднородного по составу (рис. 5, f). Общая масса представлена олово-медным сплавом с содержанием меди до 70 % и олова до 29 % с примесями сурьмы менее 1 %. В этой мас-

се присутствуют овальной формы обобления размером от долей микрона до 10 мкм, состав которых преимущественно свинцовый (Pb до 87 %) с примесью меди до 10 % и олова до 3 %.

Для характеристики процессов древней металлургии интересен обломок бронзового украшения из пог. 130 (№ 2494). Сплав гетерогенен по составу. Центральная часть изделия представлена соединением меди (96,3 %), олова (2.1 %), сурьмы (1.2 %) и свинца (0.4 %). В этой матрице обнаружены единичные включения размером менее 0.5 мкм состава (мас. %) ( $n = 2$ ): Pb — 76.04, Cu — 12.59, S — 10.83, Sn — 0.54. Включения формируют скопления и располагаются по периферии, образуя каемку мощностью около 5 мкм. За свинецсодержащими каемками в составе сплава повышается содержание свинца (до 58 %), сурьмы (15 %), олова (7 %), снижается концентрация меди до 15 % и появляется мышьяк до 6 % (рис. 5, b).

### Заключение

Материалы раскопок погребений раскопа № 7 Чжэтянгского могильника свидетельствуют об их принадлежности женщинам-литейщицам, основной сферой деятельности которых являлось бронзолитейное производство, выделившееся в ремесло. Проведенные исследования сплавов обломков, пластинок и изделий Чжэтянгского могильника не только подтверждают высказанные ранее предположения о развитии местного бронзолитейного производства, но и позволяют определить общий уровень развития и особенности металлообработки, состав изделий из цветного металла, выделить основные виды сплавов. В отходах металлургического производства преобладают (более 60 %) оловянистые бронзы, как однородные, так и с обоблениями, обогащенными свинцом. Данные образцы представлены фрагментами изделий и присутствуют в погребениях 127, 130, 131, 133—136. Металлургически чистая медь (18 %) наблюдается в отдельных пластинках из погребений 130, 134 и 136. Один обломок серебряно-медистого сплава обнаружен в пог. 134. В этом же погребении обнаружены два обломка оловянистого сплава, в пог. 133 — отходы оловянистой металлообработки.

В изделиях установлены сплавы, как сходные по составу с пластинками и отходами, так и существенно отличающиеся. Так, в изготовлении котлов и накладок из погребений 134 и 136 установлена «чистая» медь. Оловянистые бронзы использовались при изготовлении бубенчиков, височного кольца и других изделий из погребений 127, 130, 135 и 136, в которых присутствуют отходы металлообработки, сходные по составу. Однако в этих же погребениях обнаружены изделия из свинцово-медистого сплава и цинковой бронзы, которые не были установлены в пластинках и обломках. В частности, местные литейщики, скорее всего, работали преимущественно с оловянистыми бронзами, свинцом и медью. Цинковые бронзы и серебряные изделия единичны. Ведущим технологическим приемом местных мастеров являлась переплавка привозных изделий. Таким образом, можно предположить, что в погребениях могут присутствовать изделия как местного производства, так и привозные. Данный вопрос требует проведения дальней-

ших исследований и сравнительного металлографического анализа изделий, обнаруженных на других памятниках.

По сохранившимся отдельным образцам можно предположить технологический процесс древней металлургии. По данным состояния системы Cu—Sn—Pb [26, с. 154], температура плавления основной массы сплавов исследуемых образцов была ниже 700 °С. При содержании свинца в сплавах свыше 1 % жидкотекучесть уменьшается, происходит расслоение расплава и ликвация по плотности, однако обрабатываемость резанием и антифрикционные свойства улучшаются. Считается, что свинец практически не растворим в оловянистых бронзах в твердом состоянии [25, с. 15]. При кристаллизации сплава свинец выделяется как самостоятельная фаза, располагающаяся в виде включений. Не образуя химических соединений и твердых растворов, свинец с медью даёт легкоплавкую эвтектику (температура плавления 326 °С), состоящую практически из чистого свинца (99.8 % Pb) [25, с. 15]. Проведённые исследования показали существенное влияние параметров процесса кристаллизации на размер и форму свинцовых включений. Установлено, что с понижением скорости охлаждения в морфологии легкоплавкой фазы происходят изменения в сторону сглаживания границ и сфероидизации. У образцов, охлаждённых с более высокой скоростью, эти включения имеют более вытянутую, пластинчатую форму [27, с. 348]. Данную картину мы видим во всех изделиях и обломках оловянистых бронз со свинцовыми включениями. То есть изделия, изготовленные из сплава, сходного по составу, имели разные технологические процессы (скорость охлаждения).

Наличие и характер инструментария, отходов производства в виде ломаных изделий (пластинки, обломки металлов, обрезки), химический состав сплавов бесспорно свидетельствуют о достаточно высоком уровне развития местной металлообработки и литейного производства.

*Выражаем искреннюю благодарность за помощь в проведении анализов Е. В. Тропникову, Т. В. Истоминой — за предоставленную возможность использовать неопубликованные материалы.*

### Литература

1. Архипов Г. А. Марийцы XII—XIII веков. Йошкар-Ола: Марийское книжное изд-во, 1986. 159 с.
2. Башенькин А. Н. Исследования в бассейне Шексны // Археологические открытия. 1982. М., 1984. С. 6—7.
3. Башенькин А. Н. Исследования в юго-западном Белозерье // Археологические открытия. 1983. М., 1985. С. 5—7.
4. Бирюков А. В. Металлообрабатывающий инвентарь эпохи Средневековья на Европейском Северо-Востоке // Древние ремесленники Приуралья. Ижевск, 2001. С. 160—168.
5. Голубева Л. А. Женщины-литейщицы (к истории женского ремесленного литья у финно-угров). Советская археология. № 4. 1984. С. 75—87.
6. Голубева Л. А., Кочкуркина С. И. Белозерская весь. Петрозаводск, 1991. 197 с.
7. Захаров С. Д., Макаров Н. А. Мининский археологический комплекс: хронология и динамика развития //



Археология севернорусской деревни X—XIII веков. Том 2. М.: Наука, 2008. 365 с.

8. Иванов А. Г. Погребения «ремесленников» по материалам средневековых могильников Чепецкого края // Древние ремесленники Приуралья. Ижевск, 2001. С. 169—183.

9. Истомина Т. В. Комплекс погребения 37 Чезтыягского могильника // Проблемы финно-угорской археологии Урала и Поволжья: Сб. науч. тр. Сыктывкар, 1992. С. 127—136.

10. Кочкуркина С. И. Древняя Корела. Л.: Наука, 1982. 218 с.

11. Кузьминых С. В. Металлургия Волго-Камья в раннем железном веке (медь и бронза). М.: Наука, 1983. 258 с.

12. Лесман Ю. М. Хронология ювелирных изделий Новгорода X—XIV вв. // Материалы по археологии Новгорода. М., 1990. С. 29—98.

13. Никитина Т. Б., Ефремова Д. Ю. Захоронения с орудиями литья («литейщиц») в марийских могильниках IX—XI вв. // Труды III (XIX) Всероссийского археологического съезда. Великий Новгород—Старая Русса—СПб.—М., 2011. С. 77—79.

14. Никитина Т. Б., Ефремова Д. Ю. Погребальный обряд комплексов с литейными принадлежностями из средневековых могильников IX—XIII вв. Велужско-Вятского междуречья // Поволжская археология. 2012. № 2. С. 146—165.

15. Никитина Т. Б., Ефремова Д. Ю. Женщины-«литейщицы» из марийских захоронений IX—XI вв. как носители этнических традиций // Труды КАЭЭ. Пермь, 2012а. Вып. 8. С. 336—344.

16. Рыбаков Б. А. Ремесло Древней Руси. М.: Изд-во АН СССР, 1948. 791 с.

17. Рябинин Е. А. Зооморфные украшения Древней Руси X—XIV вв. // Археология СССР / САИ. Е1-60. Л., 1981. 123 с.

18. Савельева Э. А. Пермь Вычегодская. М.: Наука, 1971. 222 с.

19. Савельева Э. А. Вымские могильники XI—XIV вв. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1987. 200 с.

20. Савельева Э. А. Петкойский могильник // Памятники эпохи камня и металла Северного Приуралья // Материалы по археологии Европейского Северо-Востока. Вып. 11. Сыктывкар, 1988. С. 101—121.

21. Савельева Э. А. Жигановский могильник. Сыктывкар, 2010. 453 с.

22. Савельева Э. А. Кичилькосьский I могильник XI—XIII вв. Сыктывкар, 2019. 229 с.

23. Савельева Э. А. Погребения в срубках Чезтыягского могильника // Известия Коми научного центра УрО РАН. № 4 (50). 2021. С. 13—24.

24. Седова М. В. Ювелирные изделия Древнего Новгорода. М.: Наука, 1981. 194 с.

25. Семенов И. В., Мартюшев Н. В. Структура и свойства бронзовых отливок при различных скоростях охлаждения // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 12—17.

26. Сучков Д. И. Медь и ее сплавы. М.: Metallurgia, 1967. 248 с.

27. Ozsarac U. The wear behaviour investigation of sliding bearings with a designed testing machine / U. Ozsarac, F. Findik, M. Durman // Materials and Design. 2007. No 28. P. 345—350.

## References

1. Arkhipov, G. A. *Mariitsy XII—XIII vekov* (Mari people of the XII—XIII centuries). Yoshkar-Ola: Mari Book Publishing house, 1986, 159 p.

2. Bashenkin, A. N. *Issledovaniya v basseine Sheksny* (Research in the Sheksna basin). AO, 1982, Moscow, 1984, pp. 6—7.

3. Bashenkin, A. N. *Issledovaniya v yugo-zapadnom Belozerye* (Research in the south-western Belozerye). AO, 1983, Moscow, 1985, pp. 5—7.

4. Biryukov, A. V. *Metallobrabatyvayuschii inventar epohi srednevekovaya na Evropeiskom Severo-Vostoke* (Metalworking tools of the Middle Ages in the European Northeast). Ancient craftsmen of the Urals. Izhevsk, 2001, pp. 160—168.

5. Golubeva, L. A. *Zhenschiny-liteischitsy (k istorii zhenskogo remeslennogo litya u finno-ugrov* (Women-casters (on the history of female craft casting among the Finno-Ugrians)). Soviet archaeology, No. 4, 1984, pp. 75—87.

6. Golubeva, L. A. *Belozerskaya ves'* (Entire Belozerye). Petrozavodsk, 1991, 197 p.

7. Zakharov, S. D. *Mininskii arkhologicheskii kompleks: hronologiya i dinamika razvitiya* (Mininsk archaeological complex: chronology and dynamics of development) Archeology of the northern Russian village of the 10th-13th centuries, V. 2, Moscow: Nauka, 2008, 365 p.

8. Ivanov, A. G. *Pogrebeniya «remeslennikov» po materialam srednevekovykh mogilnikov Chepetskogo kraya* (Burials of «artisans» based on the materials of medieval burial grounds of the Chepetsk region). Ancient craftsmen of the Urals. Izhevsk, 2001, pp. 169—183.

9. Istomina, T. V. *Kompleks pogrebeniya 37 Chezhtyagского могильника* (Burial complex 37 of the Chezhtyag burial ground). Problems of Finno-Ugric archeology of the Urals and the Volga region: Collection of sci. papers. Syktyvkar, 1992, pp. 127—136.

10. Kochkurkina, S. I. *Drevnyaya Korela* (Ancient Korela). Leningrad: Nauka, Leningrad State Univ. Publ., 1982, 218 p.

11. Kuzminykh, S. V. *Metallurgiya Volgo-Kamya v rannem zheleznom veke (med' i bronza)* (Metallurgy of the Volga-Kama region in the early Iron Age (copper and bronze)). Moscow: Nauka, 1983, 258 p.

12. Lesman, Yu. M. *Hronologiya yuvelirnih izdelii Novgoroda X—XIV vv* (Chronology of adornments of Novgorod of X—XIV centuries). Materials on the archeology of Novgorod. Moscow, 1990, pp. 29—98.

13. Nikitina, T. B. *Pogrebnii obryad kompleksov s liteinimi prindlezhnostyami iz srednevekovykh mogilnikov IX—XIII vv. Veluzhsko-Vyatskogo mezhdurechya* (Funeral rite of complexes with casting accessories from medieval burial grounds of the IX—XIII centuries of the Veluga-Vyatka interfluvium). Volga Archeology, No. 2, 2012, pp. 146—165.

14. Nikitina, T. B. *Zahoroneniya s orudiyami litya («liteischitsy») v mariiskoh mogilnikah IX—XO vv* (Burials with casting tools («women-casters») in the Mari burial grounds of the IX—XI centuries). Proc. of the III (XIX) All-Russian Archaeological Congress. Velikiy Novgorod—Staraya Russa—St. Petersburg—Moscow—V. Novgorod, 2011, pp. 77—79.

15. Nikitina, T. B. *Zhenschiny «liteischitsy» iz mariiskoh zahoroneniya IX—XI vv. kak nositeli etnicheskikh tradicii* (Women «casters» from the Mari graves of the IX—XI centuries as bearers of ethnic traditions). Proc. of the KAEE; Issue 8. Perm, 2012a, pp. 336—344.

16. Rybakov, B. A. *Remeslo Drevnei Rusi* (Craft of Ancient Russia). Moscow: USSR Ac. Sci. Publ., 1948, 791 p.



17. Ryabinin, E. A. *Zoomorfnie ukrasheniya drevnei Rusi X—XIV vv* (Zoomorphic ornaments of ancient Russia of the X—XIV centuries). Archeology of the USSR. Leningrad, 1981, 123 p.
18. Savelyeva, E. A. *Perm vychegodskaya* (Vychegda Perm). Moscow: Nauka, 1971, 222 p.
19. Savelyeva, E. A. *Vymskie mogilniki XI—XIV vv* (Vym burial grounds of the XI—XIV centuries). Leningrad: Leningrad Univ. Publ., 1987, 200 p.
20. Savelyeva, E. A. *Petkoiskii mogilnik* (Petkoy burial ground). Sites of the era of stone and metal of the Northern Urals. Materials on the archaeology of the European northeast (MAESV). Issue 11, Syktyvkar, 1988, pp. 101—121.
21. Savelyeva, E. A. *Zhiganovskii mogilnik* (Zhiganov burial ground). Syktyvkar, 2010, 453 p.
22. Savelyeva, E. A. *Kichilkoskii I mogilnik XI—XIII vv* (Kichilkos I burial ground of the XI—XIII centuries). Syktyvkar, 2019, 229 p.
23. Savelyeva, E. A. *Pogrebenoya v srubah Chezhtyyagskogo mogilnika* (Burials in log cabins of the Chezhtyyag burial ground). Proc. of the Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, No. 4 (50), 2021, pp. 13—24.
24. Sedova, M. V. *Yuvelirnie izdeliya Drevnego Novgoroda* (Adornments of Ancient Novgorod). Moscow: Nauka, 1981, 194 p.
25. Semenov, I. V. *Struktura i svoystva bronzovykh otlivok pri razlichnykh skorostyakh ohlazhdeniya* (Structure and properties of bronze castings at different cooling rates). Modern problems of science and education, 2012, No. 6, pp. 12—17.
26. Suchkov, D. I. *Med i ee splavy* (Copper and its alloys). Moscow: Metallurgy, 1967, 248 p.
27. Ozsarac U. The wear behaviour investigation of sliding bearings with a designed testing machine. Materials and Design, 2007, No. 28, pp. 345—350.

Поступила в редакцию / Received 28.03. 2022