

УДК 903(470.4/.5)

Поступила в редакцию: 15.02.2026
Доработана после рецензирования: 30.04.2026
Принята к публикации: 04.08.2026**Атрибуция пьяноборских наконечников стрел из цветного металла****Сергей Эдгарович Зубов¹, Эльвир Винерович Камалеев², Рузиль Раильевич Саттаров^{3#}**¹ Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева, Самара, Россия² Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева УФИЦ РАН, Уфа, Россия³ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

E-mail: sattarov.rr@rambler.ru

Аннотация. В научный оборот вводятся данные о химическом составе изделий из цветных металлов пьяноборской культуры, а именно, бронзовых трехлопастных наконечников стрел. Целью исследования была проверка и уточнение ранее высказанного тезиса о преобладании чистой меди в производстве этих предметов вооружения. Методом рентгенофлуоресцентного анализа на расширенной источниковой базе изучен элементный состав 167 образцов из десяти могильников пьяноборской культуры, исследованных на территории Республики Башкортостан, что обеспечивает высокую репрезентативность выборки. Результаты показали, что свыше 94% артефактов изготовлены из чистой меди (97–100% Cu). Данный факт подтверждает гипотезу об экономически и функционально оправданном использовании доступного металла для изделий одноразового применения, не требующих специальных литейных свойств. Случаи целенаправленного легирования единичны (менее 6%): выявлено пять образцов свинцовистой бронзы, один – свинцово-оловянистой и два – мышьяковистой бронзы, что позволяет предполагать эпизодическое использование металлического лома или импортного сырья. Сравнительный анализ с 32 образцами из Бишунгаровского могильника раннесарматской культуры выявил принципиально иную металлургическую традицию, где почти половина наконечников (около 46%) изготовлена из высокомышьяковистых бронз (содержание As – 13–22%), что свидетельствует об активном и целенаправленном легировании. Это позволило сопоставить технологические стратегии двух разных этнокультурных групп населения – оседлого лесостепного (пьяноборская культура) и кочевого (раннесарматская культура) – с различным комплексом хозяйственно-культурных особенностей. Выявленные различия, вероятно, обусловлены не технологической отсталостью, а осознанным культурным выбором, сырьевой базой и устоявшимися традициями металлообработки, унаследованными от предшествующих эпох. Полученные результаты вносят существенный вклад в изучение технологических аспектов производства вооружения в Волго-Уральском регионе в раннем железном веке.

Ключевые слова: Волго-Уральский регион, ранний железный век, пьяноборская культура, наконечники стрел, рентгенофлуоресцентный анализ, чистая медь, свинцовистая бронза, мышьяковистая бронза, раннесарматская культура

Цитирование. Зубов С.Э., Камалеев Э.В., Саттаров Р.Р., 2026. Атрибуция пьяноборских наконечников стрел из цветного металла, *Уфимский археологический вестник*, т. 26, № 3, с. 696–715. <https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.3.037>

Финансирование. Работа осуществлена в рамках государственного задания по теме «Археология поселений Южного Урала. Структура расселения и организация жизненного пространства в условиях природной и культурной трансформации», № 1022040500498-5-6.1.2. FMRS-2025-0051.

Attribution of Non-Ferrous Metal Arrowheads of the Pyany Bor Culture

Sergey E. Zubov¹, Elvir V. Kamaleev², Ruzil R. Sattarov^{3#}

¹ Samara National Research University, Samara, Russia

² Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

³ Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

#E-mail: sattarov.rr@rambler.ru

Abstract. This research enhances the academic discourse with chemical composition data of non-ferrous metal artefacts from the Pyany Bor culture, specifically trilobate bronze arrowheads. The objective of the study is to verify and refine the previously proposed thesis regarding the predominance of pure copper in these weapons. The paper presents elemental composition of 167 samples from ten Pyany Bor culture burial mounds located in the Republic of Bashkortostan. The artefacts were examined with X-ray fluorescence analysis on an expanded source base which ensures a high representativeness of the sample. The results show that over 94 % of the artefacts were manufactured from pure copper (97–100 % Cu). This fact confirms the hypothesis that it was reasonable to use readily available metal for single-use items that do not require special casting properties. Cases of intentional alloying are rare (less than 6 %): there are five samples of leaded bronze, one sample of lead-tin bronze, and two samples of arsenical bronze, which suggests occasional use of scrap metal or imported raw materials. A comparative analysis with 32 samples from the Bishungarovo burial mound of the Early Sarmatian culture reveals a fundamentally different metallurgical tradition, where nearly half of the arrowheads (about 46 %) are made of high-arsenical bronzes (13–22 % As) indicating active and deliberate alloying. The comparison makes it possible to contrast the process strategies of two different ethnocultural population groups - the sedentary forest-steppe population (Pyany Bor culture) and the nomadic population (Early Sarmatian culture). It is evident that each community has their own set of economic and cultural characteristics. The identified differences are probably conditioned not by technological backwardness, but rather by a conscious cultural choice, raw material base, and established traditions of metalworking inherited from previous eras. The obtained findings make a significant contribution to the study of the technological aspects of weapon production in the Volga-Ural region during the Early Iron Age.

Keywords: Volga-Ural region, Early Iron Age, Pyany Bor culture, arrowheads, X-ray fluorescence analysis, pure copper, leaded bronze, arsenic bronze, Early Sarmatian culture

Citation. Zubov, S.E., Kamaleev, E.V., Sattarov, R.R., 2026, "Attribution of Non-Ferrous Metal Arrowheads of the Pyany Bor Culture", *Ufa Archaeological Herald*, vol. 26, no. 3, pp. 696–715. (In Russ.) <https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.3.037>

Funding. The work was carried out within the framework of the state assignment on the topic: "Archaeology of Settlements of the Southern Urals. Settlement Structure and Organization of Living Space in the Conditions of Natural and Cultural Transformation", No. 1022040500498–5–6.1.2. FMRS-2025–0051.

Введение

Изучение пьяноборской археологической культуры за более чем полтора вековую историю достигло серьезных результатов. Определен ареал памятников пьяноборской культуры, который занимает в основном бассейн Средней Камы, Нижней и Средней Белой в пределах современных районов северо-запада Башкортостана, северо-востока Татарстана и юга Удмуртии. Западная граница распространения памятников пьяноборской культуры проходит в районе нижнего и среднего течения р. Ик. Северная группа памятников расположена на правобережье р. Кама от устья р. Ик до устья р. Березовка (ее левых притоков). Восточная граница культуры проходит в пределах устья р. Быст-

рый Таныш (правый приток р. Белая) и г. Дюртюли. Южные памятники выявлены в верховьях малых притоков левобережья Белой – рек Сюнь, База, Куваши. Таким образом, территория распространения памятников с запада на восток составляет около 120 км, а с севера на юг – 90 км [Зубов, 2009].

В пределах этого ареала в настоящее время известно около 370 памятников пьяноборской культуры – городищ, селищ, могильников и кладов. Следует отметить неравномерность их археологического изучения. Так, например, известно более 40 могильников, на которых исследовано более 3350 погребений. Поселенческие памятники (городища и селища) исследовались значительно меньше.

Периодизация и хронология материальной культуры пьяноборских древностей на современном этапе разработана достаточно четко и логично. Это позволяет исследователям определить рамки бытования археологической культуры со II в. до н.э. по II в. н.э., возможно, с заходом в начало III в. н.э. [Зубов, 2009. С. 255, 258]. Естественно, что ключевые моменты начального этапа и завершения археологической культуры находятся до сих пор в зоне активных дискуссий и научных разработок.

Вопросы этнокультурной принадлежности носителей пьяноборской культуры также являются предметом научных споров и дискуссий. В то же время, концепция о формировании ряда археологических культур (пьяноборской, кара-абызской, гляденовской) на базе общей ананьинской культурной основы остается пока наиболее приемлемой. При этом исконным местным населением Волго-Камья и Приуралья, по крайней мере, начиная с эпохи раннего железа, большинство исследователей традиционно считают финно-угорские, а точнее, пермские племена.

Таким образом, основные проблемы первого порядка в части генезиса пьяноборской археологической культуры в значительной степени намечены и разработаны.

В научной литературе активно поднимаются вопросы второго порядка, касающиеся социальной структуры общества [Журавлева, 2014], изучения костюма и украшений [Красноперов, 2006], военного дела и вооружения [Иванов, 1984; Голдина, Перевощиков, 2017].

Вооружению и вопросам военного дела пьяноборской культуры посвящен раздел в монографическом исследовании В.А. Иванова, актуальность которого не утрачена и по сей день [Иванов, 1984]. С.Э. Зубов и Р.Р. Саттаров в свое время поднимали вопросы об импортном и местном производстве предметов вооружения [Зубов, Саттаров, 2014] и смены бронзовых наконечников стрел на железные в пьяноборской культуре на примере материалов Кипчаковского I курганно-грунтового могильника [Зубов, Саттаров, 2018].

К третьему уровню изучения материалов пьяноборской культуры можно отнести вопросы технологии и производства изделий из железа и цветных металлов.

Первые металлографические исследования ряда железных предметов пьяноборской культуры провел В.В. Кондрашин. По результатам металлографического изучения предметов из погребений Кипчаковского могильника было выявлено, что местные традиции обработки черного металла, с одной стороны, выглядят довольно примитивными, но с другой, в них все же прослеживаются и прогрессивные тенденции, свидетельствующие о стремлении пьяноборских кузнецов к совершенствованию приемов железообработки [Кондрашин,

2008; Кондрашин, Перевощиков, 2012]. Р.Д. Голдиной и С.Е. Перевощиковым был проведен анализ железного клинкового оружия, результаты которого свидетельствуют о широком бытовании палашей в Прикамье в I–II вв. н.э. При этом металлографические данные продемонстрировали высокое технологическое разнообразие мечей: они изготавливались из кричного железа с последующей цементацией, из равномерно науглероженной стальной заготовки, из пакетированной заготовки с качественной сваркой, а также из тигельной или дамасской стали. Авторы отмечают, что большинство клинков, вероятно, являются импортными, тогда как изделия местного производства выделяются с трудом [Голдина, Перевощиков, 2017].

Начало исследованиям цветных металлов заложил еще В.Ф. Генинг, изучив химический состав нескольких пьяноборских украшений [Генинг, 1970]. И хотя коллекция исследованных вещей была незначительна в количественном выражении, принципиально новый подход в изучении состава сплавов определил важность данного направления.

В дальнейшем химический состав преимущественно украшений одежды из цветных металлов проводился ижевскими коллегами при помощи рентгенофлуоресцентного анализатора [Орехов, 2006; Голдина, Перевощиков, Сабирова, 2012; Перевощиков, Сабирова, 2014; Казанцева, Перевощиков, Сабирова, 2015; Сабирова, 2019; Прокöpfeва, Черных, 2025]. Полученные результаты показали разнообразие лигатур, применяемых пьяноборскими мастерами. Сравнительно недавно Р.Р. Саттаровым и К.В. Доткиным было произведено исследование по химическому составу изделий из цветных металлов по материалам II Кипчаковского грунтового могильника пьяноборской культуры. Было проанализировано 65 предметов, представленных элементами убранства костюма и предметами вооружения [Саттаров, Доткин, 2020]. Среди проанализированных в этой работе предметов наибольшее внимание привлекли наконечники стрел (20 экз.), изготовленные из технически чистой меди, содержание которой колеблется от 94,17 до 99,3%. Авторы предположили, что наконечники стрел использовались преимущественно однократно и, следовательно, не требовали при отливке легирования с повышенными техническими свойствами [Саттаров, Доткин, 2020. С. 121]. Данное предположение послужило основанием для продолжения исследования на материалах практически всех ранних пьяноборских могильников. Тем более, что уже достаточно давно в научный оборот были введены химические исследования 50 наконечников стрел кара-абызской культуры из комплексов IV–II вв. до н.э. [Кузьминых, 1983. С. 51]. Эти данные показали сходные характеристики для периода, предшествовавшего пьяноборской культуре.

Кроме этого, сравнительно недавно И.А. Блинов и А.Д. Таиров провели рентгенофлуоресцентный анализ 580 бронзовых наконечников стрел из погребений второй половины VI – IV в. до н.э. могильника Кичигино I в Южном Зауралье [Блинов, Таиров, 2022]. Авторы отмечают, что, судя по составу металла наконечников стрел, Южное Заура-

лье, Прикамье и Западный Казахстан были единым регионом в плане источников металла. Для них характерны высокие доли «чистой» меди и небольшое количество сурьмяно-мышьяковых сплавов в составе примесей, также отмечается редкость оловянных лигатур в составе металла наконечников стрел [Блинов, Таиров, 2022. С. 105–106].

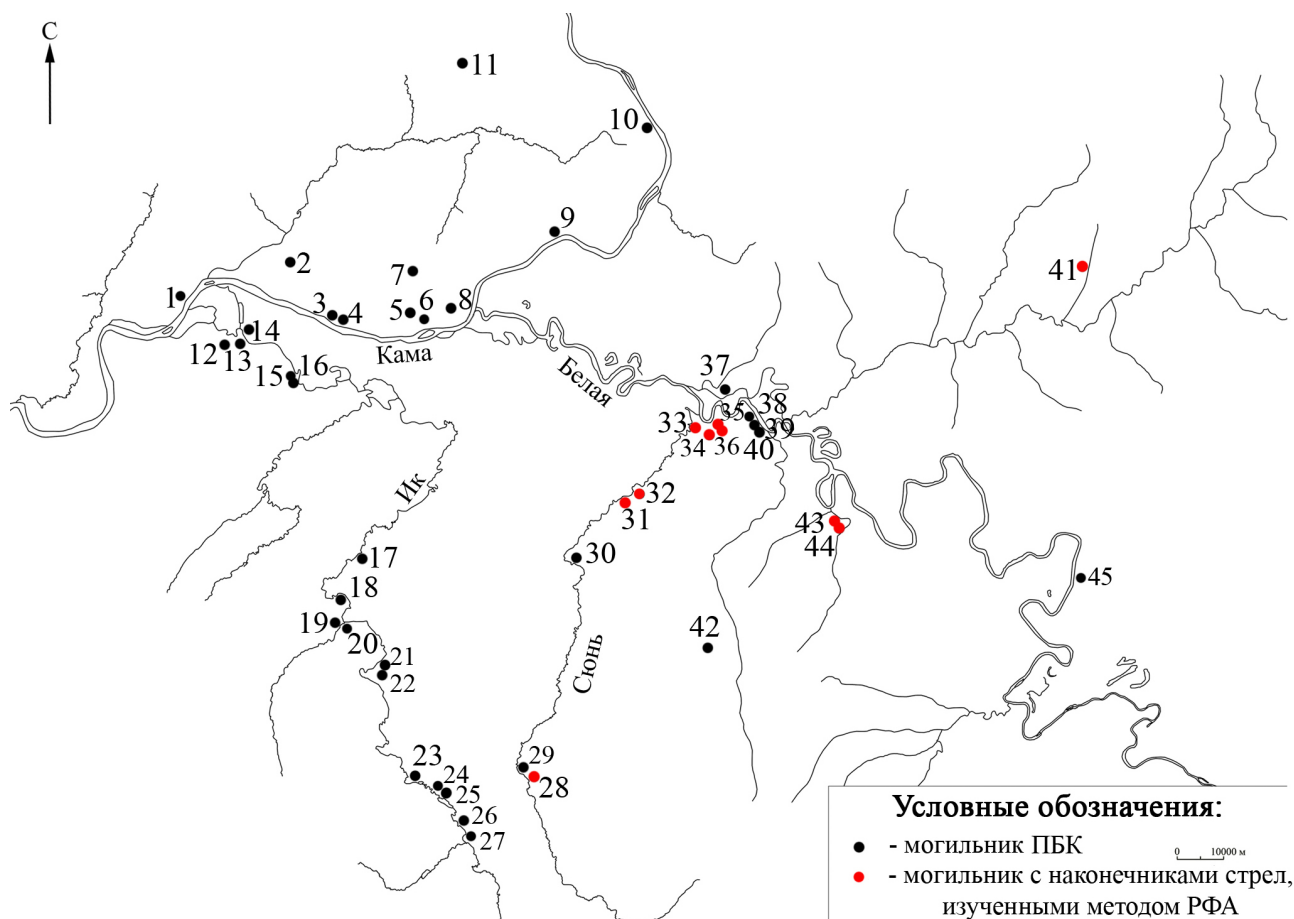


Рис. 1. Карта с указанием местоположения могильников пьяноборской культуры.

1 – Икский; 2 – Уразаевский; 3 – Пьяноборский; 4 – Муновский (Пьяноборский II); 5 – Нырғындынский II; 6 – Нырғындынский I; 7 – Коноваловский; 8 – Чегандинский II; 9 – Партизанский; 10 – Тарасовский; 11 – Афонинский; 12 – Кырнышский IV; 13 – Кулушевский III островной; 14 – Тойгузинский I (Бижурганский) островной; 15 – Деуковский II; 16 – Деуковский III; 17 – Приют-Шуранский; 18 – Тамьянский I; 19 – Меллятамаский V; 20 – Меллятамаский I; 21 – Старочекмакский I; 22 – Старочекмакский II; 23 – Новотумутукский; 24 – Куштиряковский; 25 – Новосасыкульский; 26 – Суюндыуковский; 27 – Урманяевский II; 28 – Камышлытамаский I; 29 – Камышлытамаский II; 30 – Чиялекский; 31 – Кипчаковский I; 32 – Кипчаковский II; 33 – Юлдашевский; 34 – Старокиргизовский; 35 – Уяндыйский I; 36 – Уяндыйский II; 37 – Янгужнаратский; 38 – Трикольский; 39 – Шидалинский II; 40 – Шидалинский I; 41 – Чиятавский; 42 – Куяновский II; 43 – Кушулевский III; 44 – Кушулевский II; 45 – Бирский

Fig. 1. Map with the location of the Pyany Bor burial grounds.

1 – Ikский burial ground; 2 – Urazaev burial ground; 3 – Pyany Bor burial ground; 4 – Munovskiy (Pyany Bor II) burial ground; 5 – Nyrgynda II burial ground; 6 – Nyrgynda I burial ground; 7 – Konovalovskiy burial ground; 8 – Cheganda II burial ground; 9 – Partizanskiy burial ground; 10 – Tarasovo burial ground; 11 – Afoninsky burial ground; 12 – Kyrnyshsky IV burial ground; 13 – Kulushevsky III island burial ground; 14 – Toyguzinsky I (Biyurgansky) island burial ground; 15 – Deukovsky II burial ground; 16 – Deukovo III burial ground; 17 – Priyut-Shuran burial ground; 18 – Tamyan I burial ground; 19 – Melyatamak V burial ground; 20 – Melyatamak I burial ground; 21 – Stary Chekmak I burial ground; 22 – Stary Chekmak II burial ground; 23 – Novy Tumutuk burial ground; 24 – Kushtiryakovo burial ground; 25 – Novy Sasykul burial ground; 26 – Suyundyukovo burial ground; 27 – Urmanaev II burial ground; 28 – Kamyshly Tamak I burial ground; 29 – Kamyshly Tamak II burial ground; 30 – Chiyalek burial ground; 31 – Kipchakovo I burial ground; 32 – Kipchakovo II burial ground; 33 – Yuldashevo burial ground; 34 – Starokirgizovo burial ground; 35 – Uyandyk I burial ground; 36 – Uyandyk II burial ground; 37 – Yanguznarat burial ground; 38 – Trikol'sky burial ground; 39 – Shidalinsky II burial ground; 40 – Shidalinsky I burial ground; 41 – Chiyatavsky burial ground; 42 – Kuyanovsky II burial ground; 43 – Kushulevo III burial ground; 44 – Kushulevo II burial ground; 45 – Birk'sky burial ground

Такие исследования побудили авторов настоящей работы к проведению химических (РФА) анализов состава цветного металла, из которого были изготовлены наконечники стрел в составе погребального инвентаря ряда пьяноборских могильников. Авторы преследовали своей целью проверку и уточнение выводов предыдущих исследователей на более широкой источниковой базе, привлекая коллекции из других могильников пьяноборской культуры (рис. 1). Более широкий географический охват материала призван обеспечить репрезентативность выборки.

Материалы и методы

Всего проанализировано 167 трехлопастных наконечников стрел с внутренней и внешней (выступающей) втулкой из медных сплавов из 29 погребальных комплексов десяти пьяноборских могильников, исследованных на территории Башкортостана (рис. 2; 3)¹. Количественный состав этих предметов вооружения в погребениях различен – от одного наконечника (погр. 11 Юлдашевского могильника, погр. 48 и 94 Камышлы-Тамакского могильника) до 29 экземпляров в погр. 16 Кипчаковского I курганно-грунтового могильника.

Для проведения сравнительного анализа было выполнено исследование элементного состава бронзовых наконечников стрел из Бишунгаровского курганного могильника раннесарматской культуры (рис. 4). Это позволило сопоставить технологические традиции двух разных этнокультурных групп населения с различным комплексом особенностей хозяйства и культуры, исторически сложившимся культурно-хозяйственным типом.

Элементный состав наконечников стрел определяли на растровых электронных микроскопах TESCAN Vega3 SBH, оснащенных энергодисперсионными спектрометрами. В Институте проблем сверхпластичности металлов РАН (ИПСМ РАН) (детектор X-АСТ) были проанализированы образцы из большинства исследованных могильников, тогда как в Самарском университете (детектор INCAX-Act) – только материалы из Кипчаковского I курганно-грунтового могильника.

Для исследований участок поверхности образца размером от 2 до 5 мм шлифовался алмазным кругом мелкой зернистости для снятия окисного слоя и выявления истинного состава металла. Затем на этом участке проводилась полировка на алмазной пасте. В ходе проведения анализа были получены не менее 5 образцов спектра для каждого предмета, усредненное значение которых являлось показателем элементного состава наконечника стрелы. В ряде случаев (обр. №№ 117, 166, 167) механическая обработка поверхности не позволила полностью удалить коррозионные продукты, поэтому результаты анализа отражают состав с заметным влиянием коррозии (повышенное содержание неметаллов, снижение доли меди).

Обсуждение

Проведенный рентгенофлуоресцентный анализ 167 образцов наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры (табл. 1) позволил выделить несколько основных групп сплавов.

Абсолютное большинство исследованных артефактов – 157 из 167 образцов – изготовлено из меди с минимальными примесями. Содержание основного компонента (Cu) в этой группе чрезвычайно высоко и колеблется в пределах 97–100%. Примеси других элементов, таких как цинк (Zn), свинец (Pb), олово (Sn), мышьяк (As), железо (Fe), алюминий (Al), никель (Ni) и сурьма (Sb), носят незначительный характер и, как правило, в сумме не превышают 1–3%. Это позволяет классифицировать данные предметы как изделия из чистой меди.

Характерными примерами такой чистой меди являются многочисленные наконечники из погребений Старокиргизовского и Уяндыкского I могильников. Например, в серии образцов №№ 7–20 содержание меди достигает 99,86–99,95%, а суммарная доля всех примесей не превышает 0,14%. Аналогичная картина наблюдается и в других комплексах: обр. №№ 55, 56 (Уяндыкский I) содержат 99,94% меди. Часто встречаются микропримеси железа и алюминия (в пределах 0,01–0,17%), что может быть связано как с особенностями руды, так и с процессами коррозии (обр. №№ 20–30, 57, 58). В единичных случаях фиксируются несколько более высокие содержания мышьяка и сурьмы (обр. № 41: Cu 98,34%, As 0,99%, Sb 0,49%; обр. № 48: Cu 98,1%, As 0,62%, Sb 0,61%), но и они не меняют общей классификации металла как меди.

Второй по встречаемости группой является свинцовистая бронза. К ней можно отнести пять образцов, в которых содержание свинца (Pb) составляет 1,5% и более. Это целенаправленное легирование, изменяющее свойства сплава (улучшающее литейные качества). Примеры включают:

– обр. № 31 (Уяндыкский I): Cu 98,45%, Pb 1,48%;
– обр. № 60 (Уяндыкский I): Cu 97,94%, Pb 1,47%, Sn 0,33%;
– обр. № 71 (Кушулевский III): Cu 97,26%, Pb 1,72%, Sn 0,89%;
– обр. № 99 (Кушулевский II): Cu 97,98%, Pb 1,36%, Sn 0,30%;
– обр. № 115 (Кипчаковский I): Cu 92,35%, Pb 3,97%, Sn 2,89%.

Этот сплав, где присутствует также значительное количество олова, может быть определен как свинцово-оловянистая бронза.

Группа мышьяковистой бронзы в пьяноборской коллекции представлена минимально – всего два образца. Примечателен обр. № 120 (Кипчаковский I), где при содержании меди 73,37% фиксируется 17,07% мышьяка – это классический пример целенаправленного использования мышьякови-

¹ Для сопоставительного анализа в сводную таблицу (табл. 1) включены данные Кипчаковского II могильника, опубликованные ранее [Саттаров, Доткин, 2020. Рис. 2. Табл. 1].

стой бронзы. Второй случай (обр. № 145) вызывает сомнения: несмотря на высокое содержание меди (98,33 %), наличие 1,05 % мышьяка (As) позволяет предположить его принадлежность к рассматриваемой группе.

Отдельно стоит отметить обр. № 117, состояние которого искажено сильной коррозией. Высокое содержание углерода (С – 5,51 %) и кислорода (О – 0,88 %) указывает на преобладание продуктов окисления, что делает данные по первоначальному составу сплава менее репрезентативными.

Использование металла в оседлой среде лесостепного населения пьяноборской культуры характеризуется ярко выраженной ориентацией на использование чистой или слаболегированной меди. Случаи применения бронз (свинцовистых или мышьяковистых) носят единичный характер и составляют в сумме менее 6 % от всего изученного массива.

Анализ металла наконечников стрел кочевого населения раннесарматской культуры (32 образца из Бишунгаровских курганов) демонстрирует иную металлургическую картину (табл. 2). Как и

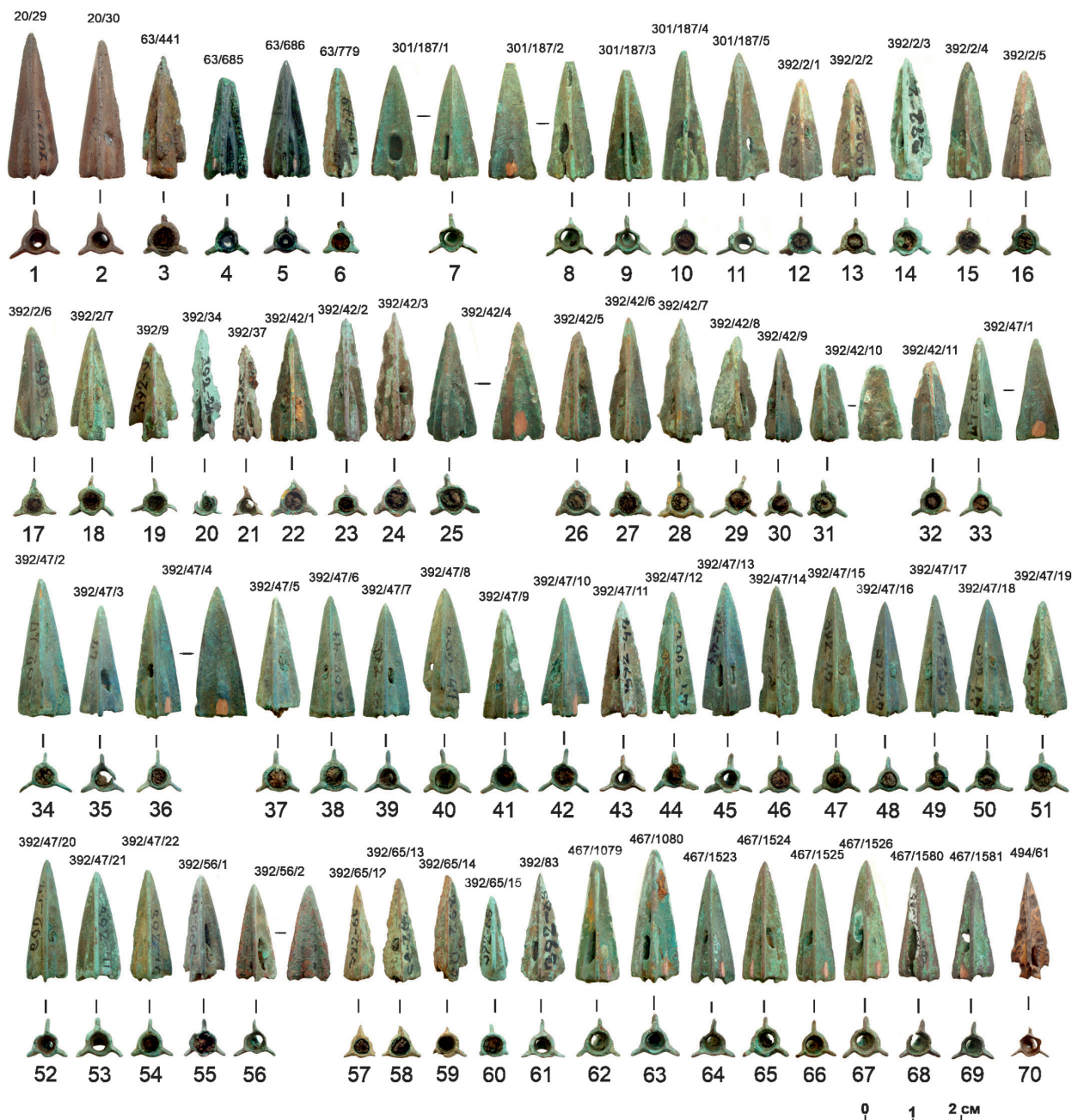


Рис. 2. Наконечники стрел из пьяноборских могильников.

1, 2 – Чиатавский; 3–6 – Камышлытамакский I; 7–11 – Старокиргизовский; 12–60 – Уяндыкский I; 61 – Уяндыкский II; 62–70 – Кушулевский III. Данные по номерам образцов представлены в табл. 1

Fig. 2. Arrowheads from the Pyany Bor burial grounds.

1, 2 – Chiatavsky burial ground; 3–6 – Kamyshly Tamak I burial ground; 7–11 – Starokirgizovo burial ground; 12–60 – Uyandyk I burial ground; 61 – Uyandyk II burial ground; 62–70 – Kushulevo III burial ground.

The data with regards to the sample numbers is given in Table 1

в пьяноборской серии, здесь присутствует группа изделий из меди (напр., обр. №№ 1–3, 5–8, 14–17, 19–21, 23–28). Однако, часто эта медь содержит заметные, хотя и небольшие, примеси серы (S – 0,13–0,76%) и железа (Fe – 0,01–0,16%), что может указывать на использование иного типа медных руд или особенности технологического процесса.

Принципиальное отличие заключается в широком распространении мышьяковистых бронз. К этой группе относится почти половина (около 46%) исследованных раннесарматских бишунгаровских образцов (№№ 9–13, 18, 22, 29–32).

Содержание мышьяка в них значительное и колеблется от 13,65 до 22,02%. Часто эти сплавы сопровождаются повышенным содержанием железа (до 4,2–10,8% в обр. №№ 30, 31), что является еще одной характерной чертой. Это свидетельствует об устойчивой традиции изготовления и использования в кочевнической среде мышьяковистых бронз.

Свинцовистая бронза в раннесарматской серии встречается еще реже, чем в пьяноборской. Выявлен лишь один случай (обр. №4), где содержание свинца достигает 1,24% (Cu 98,12%, Pb 1,24%, Sb 0,36%).

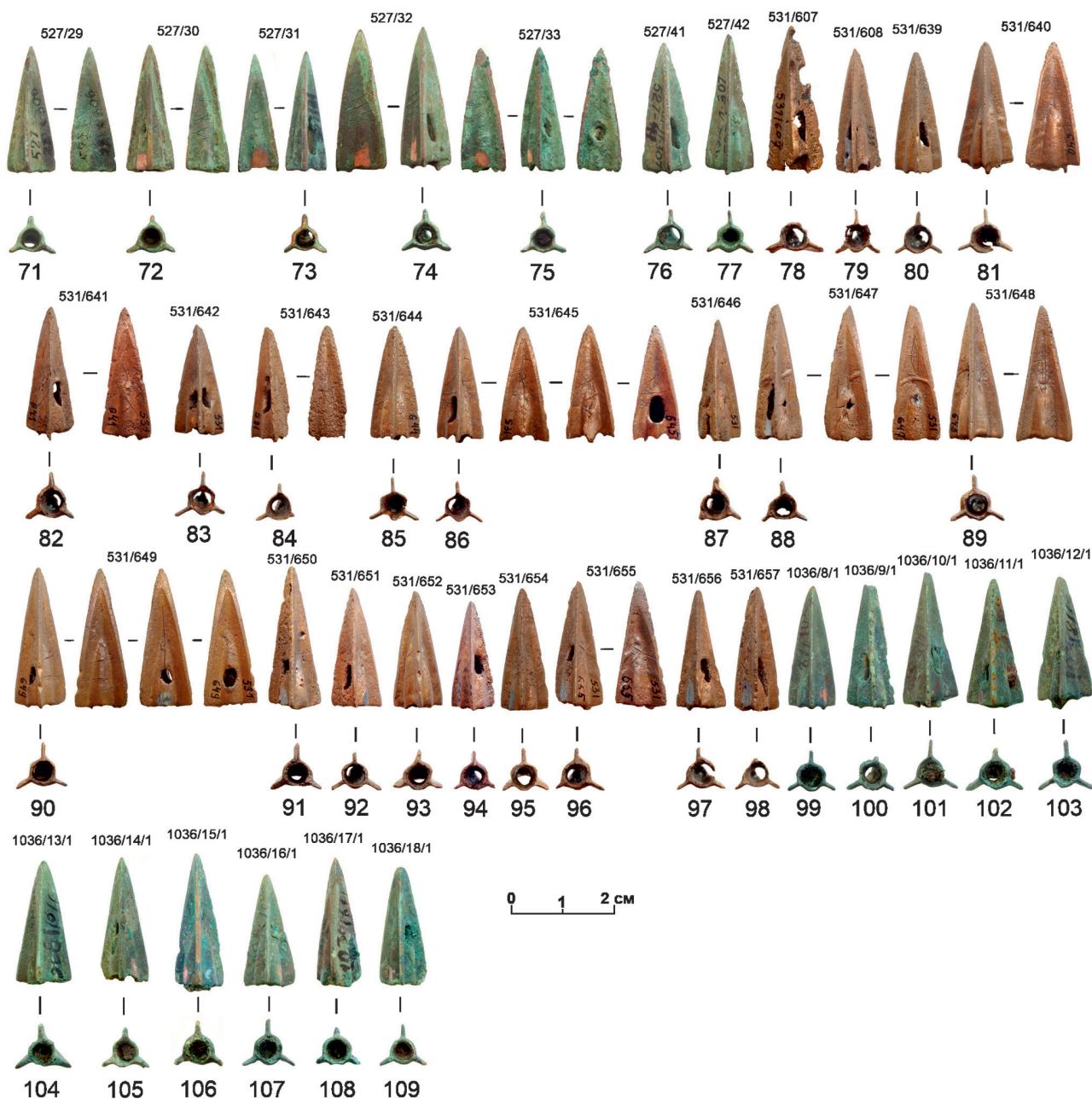


Рис. 3. Наконечники стрел из пьяноборских могильников.
71–77 – Кушулевский III; 78–98 – Юлдашевский; 99–109 – Кушулевский II.
Данные по номерам образцов представлены в табл. 1

Fig. 3. Arrowheads from the Pyany Bor burial grounds. 71–77 – Kushulevsky III; 78–98 – Yuldashevo burial ground; 99–109 – Kushulevsky II. The data with regards to the sample numbers is given in Table 1

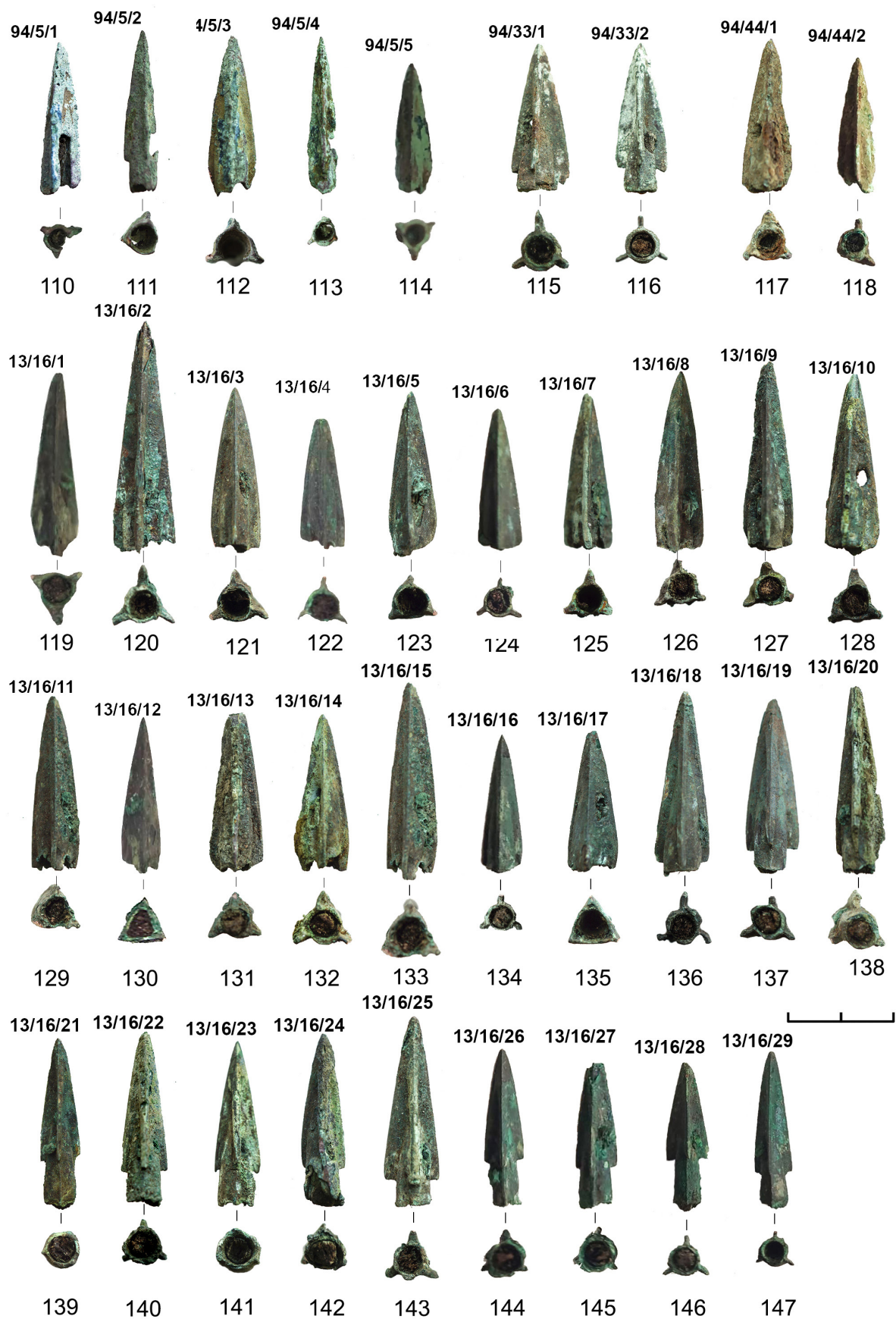


Рис. 4. Наконечники стрел из Кипчаковского I курганно-грунтового могильника.
Данные по номерам образцов представлены в табл. 1

Fig. 4. Arrowheads from Kipchakovo I kurgan-and-underground burial ground.
The data with regards to the sample numbers is given in Table 1

Заключение

Проведенное сопоставление состава металла наконечников стрел из памятников пьяноборской культуры и Бишунгаровских курганов выявляет принципиальное различие металлургических традиций этих двух культур, отражающее особенности их технологического выбора, сырьевой базы и, возможно, культурных связей. При этом в морфологическом отношении выборки демонстрируют определенную близость. Пьяноборские трехлопастные наконечники из исследованной коллекции относятся к двум группам: с выступающей

втулкой (втулка явно выступает за основание пера; головка треугольная, лопасти срезаны под прямым или острым углом к втулке) и с внутренней втулкой (втулка скрыта в пере; лопасти срезаны на одном уровне с ней). В бишунгаровской выборке также присутствуют идентичные экземпляры, хотя некоторые образцы с внутренней втулкой отличаются сводчатой или треугольной головкой и лопастями, срезанными под острым углом к втулке. При этом в пределах обеих выборок не выявлено четкой закономерности, которая связывала бы тип наконечника с технологией его изготовления.



Рис. 5. Наконечники стрел из Бишунгаровского курганного могильника раннесарматской культуры.
Данные по номерам образцов представлены в табл. 2

Fig. 5. Arrowheads from Bishungarovo kurgan burial ground of the Early Sarmatian culture.
The data with regards to the sample numbers is given in Table 2

Изготовление изделий из металла пьяноборской культуры было практически полностью ориентировано на использование чистой или слаболегированной меди. Более 94 % всех изученных образцов (157 из 167) представляют собой медь с содержанием основного компонента (Cu) на уровне 97–100 %. Примеси других элементов носят природный характер и редко когда целенаправленно меняют свойства металла. Случаи сознательного легирования единичны: только около 4,2 % предметов (7 образцов) изготовлены из бронз – свинцовистой, свинцово-оловянистой и мышьяковистой. Эта картина позволяет говорить о консервативной и очень устойчивой традиции изготовления наконечников стрел, в рамках которой основу и функциональность представляла именно чистая медь.

Напротив, металлообработка раннесарматского населения (Бишунгаровские курганы) демонстрирует иную ситуацию. Здесь наряду с медью (около 50 % образцов) широко и массово используется мышьяковистая бронза, составляющая почти половину всего изученного комплекса (около 46 %). Содержание мышьяка в этих сплавах достигает значительных величин (13–22 %), что является бесспорным свидетельством целенаправленного легирования для улучшения механических свойств металла – его твердости, прочности и литейных качеств. При этом примесь железа в таких бронзах также часто повышена, что может быть дополнительной технологической или сырьевой характеристикой. Свинцовистые бронзы, как и в пьяноборской серии, встречаются крайне редко. Интересно, что в Бишунгарово прослеживается корреляция состава с типом втулки: наконечники с внутренней втулкой чаще сделаны из высокомышьяковой бронзы, а с внешней – из чистой меди.

Ключевое технологическое отличие элементного состава наконечников стрел оседлого и кочевого населения заключается в отношении к легированию. Пьяноборские мастера работали преимущественно с «чистым» металлом, в то время как раннесарматские металлурги активно применяли сложный сплав – мышьяковистую бронзу, требующую более сложной технологии подготовки шихты и, возможно, иных источников сырья (мышьяксодержащих медных руд или отдельного минерала-примеси).

Проведенное исследование, основанное на репрезентативной выборке из 167 образцов, взятых с десяти могильников пьяноборской культуры, полностью подтвердило и уточнило выводы, сделанные ранее на материалах Кипчаковского II могильника. Установлено, что металлургическая традиция изготовления бронзовых наконечников стрел в пьяноборской культуре была практически ориентирована на использование чистой меди. Данные по всем изученным могильникам демонстрируют поразительное единообразие: свыше 94 % артефактов изготовлены из меди с содержанием основного компонента на уровне 97–100 %, а микропримеси других элементов носят природный характер.

Этот результат на широком географическом фоне убедительно подтверждает тезис о том, что для отливки данных предметов вооружения, часто одноразового применения, не требовались специальные сплавы с повышенными механическими свойствами, а использование доступной и технологичной чистой меди было экономически и функционально оправдано. Расширение источниковой базы в исследовании позволило также выявить нюансы, незаметные на меньшей выборке: несмотря на общую ориентацию на медь, в рамках культуры существовали единичные случаи применения свинцовистой и мышьяковистой бронзы, а в одном случае – свинцово-оловянистой. Вполне возможно, что эти единичные случаи легирования объясняются использованием в шихте небольшого количества лома цветных металлов либо, в исключительных случаях, импортного сырья.

Типологическая близость единичных наконечников из мышьяковистой бронзы, обнаруженных в погр. 16 Кипчаковского I могильника (обр. №№ 120, 145), к бишунгаровским образцам (№№ 29, 30), позволяет предполагать взаимодействие между пьяноборским и сарматским населением. Вместе с тем, вопрос о возможном импортном происхождении этих единичных изделий остается открытым. Маловероятно, чтобы в одном колчане (например, в погр. 35 Уяндынского I могильника) лишь один экземпляр был привозным, тогда как остальные изготовлены местными мастерами. Вполне возможно, что все наконечники производились локально, но часть из них могла быть отлита из металлического лома. Наконечники затем попадали в разные колчаны. К тому же, в нашей выборке доля свинцовистых бронз у сармат еще ниже, чем у пьяноборцев, что также не подтверждает гипотезу об импортном статусе этих предметов.

Таким образом, принципиально важным итогом исследований большой выборки пьяноборских наконечников стрел из цветного металла стало подтверждение их изготовления из практически чистой меди. Кроме этого, были выявлены фундаментальные отличия пьяноборской металлургической традиции в изготовлении наконечников стрел от раннесарматской. Сравнительный анализ показал, что в сарматской традиции примерно половина наконечников изготовлена из мышьяковистых бронз, что свидетельствует об их активном и целенаправленном легировании. Выбор чистой меди пьяноборскими мастерами не был обусловлен технологической отсталостью, а являлся осознанной культурной и экономической стратегией. Это различие, вероятно, обусловлено совокупностью факторов, а именно разной сырьевой базой (культуры могли разрабатывать месторождения меди с принципиально различным геохимическим составом) и преемственностью устоявшихся культурных традиций, когда каждая культура придерживалась сложившихся технологических канонов, унаследованных от предшествующих эпох.

Таблица 1. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры
 Table 1. Results of X-ray fluorescence analysis of "bronze" arrowheads from burials of the Pyanobor culture

№ п/п	Мотыльник	Погре- бение	Инв. номер предмета	Элементный состав																	Тип сплава
				Cu	Zn	Ni	As	Pb	Sn	Fe	Al	Sb	C	O	Cr	S	Ag	Co	Mn	Cd	
1	Чиатавский	18	20/29	97,74	0,15		1,22	0,89												медь	
2	Чиатавский	18	20/30	97,66			1,32	0,91		0,11										медь	
3	Камышлытамак I	48/2	63/441	99,9	0,1															медь	
4	Камышлытамак I	86	63/685	99,29	0,09	0,13	0,14	0,35												медь	
5	Камышлытамак I	86	63/686	98,95	0,08		0,29	0,67												медь	
6	Камышлытамак I	94	63/779	98,9	0,1			0,26	0,74											медь	
7	Старокиргизовский	51	301/187/1	99,94	0,06															медь	
8	Старокиргизовский	51	301/187/2	99,95	0,05															медь	
9	Старокиргизовский	51	301/187/3	99,92	0,08															медь	
10	Старокиргизовский	51	301/187/4	99,86	0,14															медь	
11	Старокиргизовский	51	301/187/5	99,95	0,05															медь	
12	Уяндыйский I	1	392/2/1	99,9	0,01															медь	
13	Уяндыйский I	1	392/2/2	99,94	0,06															медь	
14	Уяндыйский I	1	392/2/3	99,92	0,08															медь	
15	Уяндыйский I	1	392/2/4	99,9	0,01															медь	
16	Уяндыйский I	1	392/2/5	99,95	0,05															медь	
17	Уяндыйский I	1	392/2/6	99,86	0,14															медь	
18	Уяндыйский I	1	392/2/7	99,96	0,04															медь	
19	Уяндыйский I	2	392/9	99,95	0,05															медь	
20	Уяндыйский I	27	392/34	99,71	0,13		0,03	0,13												медь	
21	Уяндыйский I	31	392/37	99,86	0,13		0,01													медь	
22	Уяндыйский I	35	392/42/1	99,87			0,04	0,09												медь	
23	Уяндыйский I	35	392/42/2	99,82	0,07		0,02	0,08												медь	
24	Уяндыйский I	35	392/42/3	99,76	0,14		0,01	0,09												медь	
25	Уяндыйский I	35	392/42/4	99,79	0,09		0,04	0,08												медь	
26	Уяндыйский I	35	392/42/5	99,77	0,09		0,03	0,12												медь	
27	Уяндыйский I	35	392/42/6	99,82	0,07		0,02	0,08												медь	
28	Уяндыйский I	35	392/42/7	99,73	0,06		0,17	0,17												медь	
29	Уяндыйский I	35	392/42/8	99,8	0,06		0,01	0,13												медь	
30	Уяндыйский I	35	392/42/9	99,81	0,05		0,01	0,13												медь	
31	Уяндыйский I	35	392/42/10	98,45				1,48		0,03	0,04									свинцовистая бронза	
32	Уяндыйский I	35	392/42/11	99,74	0,08		0,04	0,14												медь	
33	Уяндыйский I	38	392/47/1	99,83	0,14		0,03													медь	
34	Уяндыйский I	38	392/47/2	99,85	0,11		0,04													медь	
35	Уяндыйский I	38	392/47/3	99,79	0,15		0,06													медь	

Таблица 1 (продолжение). Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры
 Table 1 (continued). Results of X-ray fluorescence analysis of "bronze" arrowheads from burials of the Pyanobor culture

№ п/п	Мотильник	Погребение	Инв. номер предмета	Элементный состав																	Тип сплава
				Cu	Zn	Ni	As	Pb	Sn	Fe	Al	Sb	C	O	Cr	S	Ag	Co	Mn	Cd	
36	Уяндыкский I	38	392/47/4	99,82	0,16						0,02									медь	
37	Уяндыкский I	38	392/47/5	99,84	0,08						0,08									медь	
38	Уяндыкский I	38	392/47/6	99,7	0,24						0,06									медь	
39	Уяндыкский I	38	392/47/7	99,85	0,12						0,03									медь	
40	Уяндыкский I	38	392/47/8	99,92	0,04						0,04									медь	
41	Уяндыкский I	38	392/47/9	98,34	0,14		0,99				0,04		0,49							медь	
42	Уяндыкский I	38	392/47/10	99,89	0,07						0,04									медь	
43	Уяндыкский I	38	392/47/11	99,83	0,12						0,04									медь	
44	Уяндыкский I	38	392/47/12	99,57	0,12					0,26	0,04									медь	
45	Уяндыкский I	38	392/47/13	99,8	0,2						0,01									медь	
46	Уяндыкский I	38	392/47/14	99,88	0,1						0,02									медь	
47	Уяндыкский I	38	392/47/15	99,72	0,14					0,12	0,03									медь	
48	Уяндыкский I	38	392/47/16	98,1	0,05		0,62				0,62		0,61							медь	
49	Уяндыкский I	38	392/47/17	99,87	0,09						0,04									медь	
50	Уяндыкский I	38	392/47/18	99,86	0,07						0,07									медь	
51	Уяндыкский I	38	392/47/19	99,8	0,15						0,05									медь	
52	Уяндыкский I	38	392/47/20	99,18	0,12	0,51					0,19									медь	
53	Уяндыкский I	38	392/47/21	99,89	0,04						0,07									медь	
54	Уяндыкский I	38	392/47/22	99,87	0,12						0,02									медь	
55	Уяндыкский I	38	392/56/1	99,94							0,06									медь	
56	Уяндыкский I	38	392/56/2	99,94	0,06															медь	
57	Уяндыкский I	39	392/65/12	99,8	0,09						0,02	0,09								медь	
58	Уяндыкский I	39	392/65/13	99,8	0,05						0,06	0,1								медь	
59	Уяндыкский I	39	392/65/14	99,55	0,12				0,32		0,02									медь	
60	Уяндыкский I	39	392/65/15	97,94	0,1				1,47	0,33		0,15								свинцовистая бронза	
61	Уяндыкский II	2	392/83	99,84	0,04						0,02	0,1								медь	
62	Кушулевский III	205	467/1079	99,76	0,13		0,12													медь	
63	Кушулевский III	205	467/1080	99,47	0,19		0,1				0,16	0,09								медь	
64	Кушулевский III	275	467/1523	99,68	0,19		0,13													медь	
65	Кушулевский III	275	467/1524	99,81	0,19															медь	
66	Кушулевский III	275	467/1525	99,57	0,1	0,33														медь	
67	Кушулевский III	275	467/1526	99,83																медь	
68	Кушулевский III	288	467/1580	99,9	0,1		0,17													медь	
69	Кушулевский III	288	467/1581	99,91	0,09															медь	
70	Кушулевский III	11	494/61	99,27	0,13				0,53		0,07									медь	

Таблица 1 (продолжение). Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры
 Table 1 (continued). Results of X-ray fluorescence analysis of "bronze" arrowheads from burials of the Pyanobor culture

№ п/п	Мотыльник	Погре- бение	Инв. номер предмета	Элементный состав																Тип сплава
				Cu	Zn	Ni	As	Pb	Sn	Fe	Al	Sb	C	O	Cr	S	Ag	Co	Mn	
71	Кушулеватский III	306	527/29	97,26	0,13			1,72	0,89											свинцовистая бронза
72	Кушулеватский III	306	527/30	99,85	0,15															медь
73	Кушулеватский III	306	527/31	99,97	0,03															медь
74	Кушулеватский III	306	527/32	99,9	0,01															медь
75	Кушулеватский III	306	527/33	99,84	0,16															медь
76	Кушулеватский III	307	527/41	99,79		0,09					0,12									медь
77	Кушулеватский III	307	527/42	99,89	0,1					0,01										медь
78	Юлдашевский	118	531/607	99,8	0,13					0,01	0,06									медь
79	Юлдашевский	118	531/608	99,72	0,16					0,01	0,12									медь
80	Юлдашевский	128	531/639	98,95	0,09			0,9		0,06										медь
81	Юлдашевский	128	531/640	99,67	0,15					0,05	0,13									медь
82	Юлдашевский	128	531/641	99,79	0,06					0,02	0,13									медь
83	Юлдашевский	128	531/642	99,91	0,01					0,02	0,06									медь
84	Юлдашевский	128	531/643	99,83	0,03					0,03	0,11									медь
85	Юлдашевский	128	531/644	99,82	0,05					0,03	0,1									медь
86	Юлдашевский	128	531/645	99,77	0,1					0,04	0,1									медь
87	Юлдашевский	128	531/646	99,61				0,27			0,11									медь
88	Юлдашевский	128	531/647	99,76	0,13					0,03	0,09									медь
89	Юлдашевский	128	531/648	99,79	0,15					0,02	0,05									медь
90	Юлдашевский	128	531/649	99,82	0,11					0,01	0,05									медь
91	Юлдашевский	128	531/650	98,87	0,14		0,99													медь
92	Юлдашевский	128	531/651	99,87	0,04					0,03	0,06									медь
93	Юлдашевский	128	531/652	99,76	0,12					0,02	0,1									медь
94	Юлдашевский	128	531/653	99,8	0,08					0,01	0,11									медь
95	Юлдашевский	128	531/654	99,85	0,05					0,05	0,05									медь
96	Юлдашевский	128	531/655	99,39				0,26	0,32	0,03										медь
97	Юлдашевский	128	531/656	99,76	0,11					0,03	0,1									медь
98	Юлдашевский	128	531/657	99,73	0,2					0,01	0,06									медь
99	Кушулеватский II	1	1036/8/1	97,98			0,36	1,36	0,3											свинцовистая бронза
100	Кушулеватский II	1	1036/9/1	100																медь
101	Кушулеватский II	1	1036/10/1	99,84	0,16															медь
102	Кушулеватский II	1	1036/11/1	99,88			0,12													медь
103	Кушулеватский II	1	1036/12/1	99,95	0,05															медь
104	Кушулеватский II	1	1036/13/1	99,78	0,23															медь

Таблица 1 (продолжение). Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры
 Table 1 (continued). Results of X-ray fluorescence analysis of "bronze" arrowheads from burials of the Pyanobor culture

№ п/п	Мотильник	Погре- бие	Инв. номер предмета	Элементный состав																	Тип сплава
				Cu	Zn	Ni	As	Pb	Sn	Fe	Al	Sb	C	O	Cr	S	Ag	Co	Mn	Cd	
105	Кушулевский II	1	1036/14/1	99,8	0,1			0,11												медь	
106	Кушулевский II	1	1036/15/1	99,87			0,13													медь	
107	Кушулевский II	1	1036/16/1	99,92	0,08															медь	
108	Кушулевский II	1	1036/17/1	99,11	0,19				0,7											медь	
109	Кушулевский II	1	1036/18/1	100																медь	
110	Кипчаковский I	5	1994, P2, 5/1	99,69	0,16	0,15														медь	
111	Кипчаковский I	5	1994, P2, 5/2	99,55			0,24	0,11	0,10											медь	
112	Кипчаковский I	5	1994, P2, 5/3	99,77	0,02		0,10	0,11												медь	
113	Кипчаковский I	5	1994, P2 5/4	99,47		0,13	0,21	0,13	0,07											медь	
114	Кипчаковский I	5	1994, P2 5/5	99,64	0,19					0,17										медь	
115	Кипчаковский I	33	1994, P1, 33/1	92,35	0,19		0,11	3,97	2,89	0,11	0,38									свинцовисто-оловянистая бронза	
116	Кипчаковский I	33	1994, P1, 33/2	96,76				0,87		0,16	2,22									медь	
117	Кипчаковский I	44	1994, P1, 44/1	93,09			0,16			0,07	0,23		5,51	0,88	0,06					сильная коррозия (доминируют неметаллы C, O)	
118	Кипчаковский I	44	1994, P1, 44/2	98,42	0,10					0,06	0,19			1,17	0,06					медь	
119	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/1	98,70		0,33	0,14	0,13			0,70									медь	
120	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/2	73,37	0,19		17,07			7,72					1,65					мышьякови- стая бронза	
121	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/3	95,11			0,16	0,11		0,32	4,07				0,23					медь	
122	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/4	98,72		0,03	0,12	0,12		0,33	0,30				0,38					медь	
123	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/5	99,62				0,06			0,28				0,04					медь	
124	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/6	99,04	0,23			0,22		0,06	0,30				0,15					медь	
125	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/7	99,25			0,17			0,12	0,34				0,13					медь	
126	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/8	99,22	0,16		0,05	0,10		0,08	0,25				0,14					медь	
127	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/9	99,37			0,24				0,18				0,21					медь	
128	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/10	99,61						0,10	0,15				0,14					медь	
129	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/11	99,45						0,13	0,15				0,27					медь	
130	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/12	99,43			0,26				0,19				0,12					медь	
131	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/13	98,71			0,38				0,50				0,41					медь	

Таблица 1 (продолжение). Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры
 Table 1 (continued). Results of X-ray fluorescence analysis of "bronze" arrowheads from burials of the Pyanobor culture

№ п/п	Мотильник	Погре- бие	Инв. номер предмета	Элементный состав																	Тип сплава
				Cu	Zn	Ni	As	Pb	Sn	Fe	Al	Sb	C	O	Cr	S	Ag	Co	Mn	Cd	
132	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/14	99.03			0.33					0.26				0.38					медь
133	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/15	98.91		0.73						0.22				0.15					медь
134	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/16	99.16			0.17					0.31				0.35					медь
135	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/17	99.30				0.13	0.21			0.28				0.08					медь
136	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/18	99.31			0.17					0.37				0.15					медь
137	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/19	99.64			0.01					0.17				0.17					медь
138	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/20	95.82			0.49			0.52		2.42				0.75					медь
139	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/21	98.89	0.21			0.27	0.15			0.18	0.08			0.24					медь
140	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/22	99.09			0.40					0.39				0.12					медь
141	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/23	98.77				0.12	0.22			0.74	0.07			0.08					медь
142	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/24	98.86				0.15				0.91				0.08					медь
143	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/25	99.54	0.10							0.32				0.04					медь
144	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/26	99.00	0.32		0.12				0.13	0.25				0.19					медь
145	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/27	98.33	0.26		1.05				0.04	0.25				0.06					мышьякови- стая бронза
146	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/28	99.15	0.19		0.23				0.08	0.33				0.02					медь
147	Кипчаковский I	16	2013, P1, 16/29	99.52	0.13		0.11					0.19				0.04					медь
148	Кипчаковский II	8	857	99.30			0.05				0.28						0.23	0.10	0.06		медь
149	Кипчаковский II	8	856	99.20			0.02				0.28						0.23	0.10	0.06		медь
150	Кипчаковский II	6	889	99.20			0.02				0.32						0.24	0.10	0.05		медь
151	Кипчаковский II	6	887	99.17			0.03				0.29						0.26	0.09	0.06		медь
152	Кипчаковский II	8	858	99.13	0.08		0.02		0.06	0.27							0.27	0.09	0.06		медь

Таблица 1 (продолжение). Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений пьяноборской культуры
 Table 1 (continued). Results of X-ray fluorescence analysis of "bronze" arrowheads from burials of the Pryanobor culture

№ п/п	Могильник	Погре- бение	Инв. номер предмета	Элементный состав																Тип сплава
				Cu	Zn	Ni	As	Pb	Sn	Fe	Al	Sb	C	O	Cr	S	Ag	Co	Mn	
153	Кипчаковский II	10	894	99,13			0,06			0,44						0,23	0,08	0,06		мель
154	Кипчаковский II	8	859	99,10			0,02			0,30						0,29	0,10			мель
155	Кипчаковский II	8	862	99,10	0,11		0,06			0,30						0,25	0,09			мель
156	Кипчаковский II	8	851	99,07	0,19		0,03			0,29						0,23	0,10	0,07		мель
157	Кипчаковский II	10	893	99,07			0,20			0,35						0,26	0,08	0,06		мель
158	Кипчаковский II	8	855	99,03	0,14		0,05			0,28						0,25	0,10	0,06		мель
159	Кипчаковский II	6	888	99,00	0,05		0,09	0,01		0,36						0,28	0,09	0,06		мель
160	Кипчаковский II	кв. А'1	845	98,93			0,08			0,59						0,24	0,09	0,07		мель
161	Кипчаковский II	8	850	98,67	0,02		0,09			0,70						0,28	0,09	0,05		мель
162	Кипчаковский II	10	895	98,50			0,18			0,78						0,24	0,09	0,06		мель
163	Кипчаковский II	8	861	98,20	0,19		0,10			0,95						0,27	0,09	0,05		мель
164	Кипчаковский II	8	854	98,00	0,22		0,98		0,02	0,33						0,25	0,10			мель
165	Кипчаковский II	8	853	94,17	0,14					0,64						0,27	0,11	0,06		мель
166	Кипчаковский II	8	852	80,53	0,24		0,69	0,04	0,18	0,37		1,34				0,43	0,12			мель? сильная коррозия
167	Кипчаковский II	8	860	58,87	0,06		0,89	0,01	0,38	0,30		1,69				0,57	0,09	0,05	0,23	мель? сильная коррозия

Таблица 2. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа «бронзовых» наконечников стрел из погребений Бишунгаровских курганов раннесарматской культуры
 Table 2. Results of X-ray fluorescence analysis of “bronze” arrowheads from the burials of the Bishungarovsky kurgans of the Early Sarmatian culture

№ п/п	Курганный мотыльник	Курган, погребение	Инв. номер предмета	Элементный состав												Тип сплава			
				S	Fe	Cu	As	Sb	Pb	Si	Ni	Cl	Zn	Sn	Al	Os			
1	Бишунгаровский	К. 1 погр. 2	200/13	0,43	0,05	99,46	0,06										мель		
2	Бишунгаровский	К. 1 погр. 2	200/14	0,76	0,11	98,84	0,28										мель		
3	Бишунгаровский	К. 1 погр. 10	200/62	0,19	0,02	99,75	0,03										мель		
4	Бишунгаровский	К. 1 погр. 10	200/63	0,01	0,01	98,12	0,25	0,36	1,24								свинцовистая бронза		
5	Бишунгаровский	К. 1 погр. 10	200/64	0,39	0,06	99,51	0,04										мель		
6	Бишунгаровский	К. 1 погр. 11	200/67	0,59	0,07	99,23	0,11										мель		
7	Бишунгаровский	К. 1 погр. 11	200/68	0,33	0,04	99,49	0,13										мель		
8	Бишунгаровский	К. 1 погр. 11	200/69	0,27	0,04	99,65	0,04										мель		
9	Бишунгаровский	К. 2 погр. 6	390/43	1,71	5,91	74,82	17,19	0,14	0,07	0,06	0,11						мышьяковистая бронза		
10	Бишунгаровский	К. 2 погр. 6	390/44	1,38	7,49	76,36	14,18	0,59									мышьяковистая бронза		
11	Бишунгаровский	К. 2 погр. 6	390/45	1,1	4,96	71,91	21,88			0,07	0,07						мышьяковистая бронза		
12	Бишунгаровский	К. 3 погр. 3	390/135	0,45	1,5	83,39	14,2	0,46									мышьяковистая бронза		
13	Бишунгаровский	К. 3 погр. 3	390/140	1,1	7,58	74,57	16,38	0,37									мышьяковистая бронза		
14	Бишунгаровский	К. 3 погр. 3	390/148	0,42	0,16	99,24	0,1			0,08							мель		
15	Бишунгаровский	К. 3 погр. 3	390/149	0,43	0,16	99,12	0,02			0,13		0,13					мель		
16	Бишунгаровский	К. 3 погр. 6	390/172	0,57	0,05	99,27	0,1										мель		
17	Бишунгаровский	К. 3 погр. 6	390/180	0,59	0,07	99,18	0,15										мель		
18	Бишунгаровский	К. 3 погр. 6	390/184	0,71	0,06	97,36	1,87										мышьяковистая бронза		
19	Бишунгаровский	К. 3 погр. 6	390/204	0,54	0,09	99,29	0,08										мель		
20	Бишунгаровский	К. 3 погр. 6	390/205	0,15	0,08	99,75	0,03										мель		
21	Бишунгаровский	К. 3 погр. 6	390/206	0,13	0,01	98,6	0,01	0,07	0,47		0,09		0,29	0,32			мель		
22	Бишунгаровский	К. 3 погр. 7	390/215	1,06	4,52	76,32	17,73	0,1		0,09	0,18						мышьяковистая бронза		
23	Бишунгаровский	К. 3 погр. 7	390/216	0,46	0,13	99,32	0,08										мель		
24	Бишунгаровский	К. 3 погр. 7	390/217	0,52	0,25	99,04	0,18										мель		
25	Бишунгаровский	К. 3 погр. 7	390/218	0,24	0,1	99,53	0,13										мель		
26	Бишунгаровский	К. 3 погр. 8	390/221	0,27	0,1	99,48	0,14										мель		
27	Бишунгаровский	К. 3 погр. 8	390/222	0,24	0,08	99,65	0,03										мель		
28	Бишунгаровский	К. 3 погр. 8	390/223	0,5	0,05	99,34	0,1										мель		
29	Бишунгаровский	К. 3 погр. 9	390/226	0,96	6,29	70,56	22,02	0,16									мышьяковистая бронза		
30	Бишунгаровский	К. 19 погр. 2	592/78	0,34	10,8	72,44	14,44	0,15		0,14					0,39	1,3	мышьяковистая бронза		
31	Бишунгаровский	К. 19 погр. 2	592/85	1,22	7,79	77,06	13,65	0,29									мышьяковистая бронза		
32	Бишунгаровский	К. 19 погр. 2	592/87	0,69	4,2	80,64	13,67	0,69		0,12							мышьяковистая бронза		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блинов И.А., Таиров А.Д., 2022. Химический состав металла медных и бронзовых наконечников стрел могильника Кичигино I, *Нижневолжский археологический вестник*, т. 21, № 1, с. 91–118. <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2022.1.5>
- Генинг В.Ф., 1970. *История населения удмуртского Прикамья в пьяноборскую эпоху. Ч. I: Чегандинская культура (III в. до н.э. – II в. н.э.)*. Свердловск: УрГУ, 224 с. (Вопросы археологии Урала. Вып. 10)
- Голдина Р.Д., Перовошиков С.Е., 2017. О клинковом оружии Тарасовского могильника I–V вв. на Средней Каме, *Уральский исторический вестник*, № 1 (54), с. 113–123.
- Голдина Р.Д., Перовошиков С.Е., Сабирова Т.М., 2012. О составе металла некоторых украшений Ныргындинского I могильника II–III вв. н.э. в Среднем Прикамье, *Ныргындинский I могильник II–III вв. на средней Каме*. Ижевск: Удмуртский университет, с. 341–349. (Материалы и исследования Камско-Вятской археологической экспедиции. Т. 22)
- Журавлева Г.Н., 2014. Предварительные итоги изучения Ныргындинского II могильника по раскопкам В.Ф. Генинга, *Поволжская археология*, № 1 (7), с. 69–91.
- Зубов С.Э., 2009. Пьяноборская культура, *История башкирского народа: в 7 т.* Т. I. М.: Наука, с. 255–267.
- Зубов С.Э., Саттаров Р.Р., 2014. Сарматские импорты и заимствования в вооружении племен пьяноборской культуры Икско-Бельского междуречья, *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, т. 16, № 3, с. 314–320.
- Зубов С.Э., Саттаров Р.Р., 2018. Наконечники стрел пьяноборской культуры как хронологические маркеры (по материалам погребений Кипчаковского I курганно-грунтового могильника), *XXI Уральское археологическое совещание, посвящ. 85-летию со дня рождения Г.И. Матвеевой и 70-летию со дня рождения И.Б. Васильева. Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием*. Самара: СГСПУ, с. 210–214.
- Иванов В.А., 1984. *Вооружение и военное дело финно-угров Приуралья в эпоху раннего железа (I тыс. до н.э. – первая половина I тыс. н.э.)*. М.: Наука, 88 с.
- Казанцева О.А., Перовошиков С.Е., Сабирова Т.М., 2015. Состав изделий из цветного металла Красноярского I могильника, *Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН*, вып. 4 (24), с. 100–107.
- Кондрашин В.В., 2008. Результаты металлографического анализа кузнечного инвентаря кипчаковского могильника, *Актуальные вопросы археологии Урала и Поволжья*, Самара: СОИКМ им. П.В. Альбина, СамГУ, с. 271–276.
- Кондрашин В.В., Перовошиков С.Е., 2012. Материалы по железообработке пьяноборской культуры, *Вояджер: мир и человек*, № 3, с. 240–246.
- Красноперов А.А., 2006. *Костюм населения чегандинской культуры в Прикамье: II в. до н.э. – V в. н.э.* Дисс. на соиск. ... канд. истор. наук. Ижевск, 273 с.
- Кузьминых С.В., 1983. *Металлургия Волго-Камья в раннем железном веке (медь и бронза)*. М.: Наука, 257 с.
- Орехов П.М., 2006. *Бронзолитейное производство Прикамья в постананьинский период*. Автореф. дисс. ... канд. ист. наук. Ижевск, 24 с.
- Перовошиков С.Е., Сабирова Т.М., 2014. Цветной металл Ошкинского могильника конца I–III вв. по результатам рентгенофлуоресцентного анализа, *Вятский край в пьяноборскую эпоху (по материалам погребальных памятников I–V вв. н.э.)*. Прил. II. Ижевск: УдГУ, с. 452–470. (Материалы и исследования Камско-Вятской археологической экспедиции. Т. 27)
- Прокопьева Т.Ю., Черных Е.М., 2025. Химический состав металла украшений Боярского («Арай») могильника (прил. 2), *Черных Е.М., Хайруллина О.Ф. Могильник Боярский «Арай» мазунинского типа в Удмуртском Прикамье*. Ижевск: Удмуртский университет, с. 357–370. (Материалы и исследования Камско-Вятской археологической экспедиции. Т. 34)
- Сабирова Т.М., 2019. Состав металла фибул среднего Прикамья (по материалам коллекции УдГУ), *Поволжская археология*, № 1 (27), с. 180–193. <https://doi.org/10.24852/2019.1.27.180.193>
- Саттаров Р.Р., Доткин К.В., 2020. Изделия из цветных металлов и сплавов Кипчаковского II могильника пьяноборской культуры, *Археология евразийских степей*, № 5, с. 119–129. <https://doi.org/10.24852/2587-6112.2020.5.119.129>

REFERENCES

- Blinov, I.A., Tairov, A.D., 2022, “Chemical composition of metal in copper and bronze arrowheads from the Kichigino I burial ground”, *The Lower Volga archaeological bulletin*, vol. 21, no. 1, pp. 91–118. (In Russ.) <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2022.1.5>
- Gening, V.F., 1970, *History of the population of the Udmurt Prikamye in the Pianoborsky era. Ch. I: Cheganda Culture (III century BC – II century AD)*. UrGU, Sverdlovsk, 224 p. (Questions of Archeology of the Urals, no. 10) (In Russ.)

- Goldina, R.D., Perevoshchikov, S.E., 2017, "Bladed weapons of the 1st–5th centuries from Tarasovo burial site in the Middle Kama region", *Ural Historical Journal*, no. 1 (54), pp. 113–123. (In Russ.)
- Goldina, R.D., Perevoshchikov, S.E., Sabirova, T.M., 2012, "On the composition of the metal of some ornaments from the Nyrgynda I burial ground of the 1st–3rd centuries AD in the Middle Kama region", *Nyrgynda I burial ground of the 2nd – 3rd centuries on the middle Kama*, Udmurtskij universitet, Izhevsk, pp. 341–349. (Proceedings and research of the Kama-Vyatka archaeological expedition, vol. 22) (In Russ.)
- Zhuravleva, G.N., 2014, "Preliminary results of the Nyrgyndinsky II cemetery researches according to Gening's excavations", *The Volga River Region Archaeology*, no. 1 (7), pp. 69–91. (In Russ.)
- Zubov, S.E., 2009, "Pianobor culture", *History of the Bashkir people: in 7 vols.*, vol. I, Nauka, Moscow, pp. 255–267. (In Russ.)
- Zubov, S.E., Sattarov, R.R., 2014, "Sarmatian imports and influence on the weapons of tribes of Pyanoborskaya culture of the Ick and Belaya interfluvium", *Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, vol. 16, no. 3, pp. 314–320. (In Russ.)
- Zubov, S.E., Sattarov, R.R., 2018, "Arrowheads of the Pianoborsk culture as chronological markers (based on burial materials from the Kipchakovskiy I burial mound-ground cemetery)", *XXI Ural archaeological meeting dedicated to the 85th anniversary of G.I. Matveeva and the 70th anniversary of I.B. Vasiliev. Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation*, SGSPU, Samara, pp. 210–214. (In Russ.)
- Ivanov, V.A., 1984, *Weapons and military affairs of the Finno-Ugrians of the Urals in the Early Iron Age (1st millennium BC – first half of the 1st millennium AD)*. Nauka, Moscow, 88 p. (In Russ.)
- Kazantseva, O.A., Perevoshchikov, S.E., Sabirova, T.M., 2015, "Composition of objects from non-ferrous metals from Krasnoyarskiy I burial ground", *Proceedings of the Komi Science Center Ural Branch Russian Academy of Sciences*, iss. 4 (24), pp. 100–107. (In Russ.)
- Kondrashin, V.V., 2008, "Results of metallographic analysis of blacksmithing equipment from the Kipchak burial ground", *Actual Archaeological Problems of Ural and Volga Regions*, SOIKM P.V. Alabin, SamGU, Samara, pp. 271–276. (In Russ.)
- Kondrashin, V.V., Perevoshchikov, S.E., 2012, "Materials on ironworking of the Pyanobor culture", *Voyager: World and Man*, no. 3, pp. 240–246.
- Krasnoperov, A.A., 2006, *Costume of the population of the Chegandin culture in the Kama region: 2nd century BC – 5th century AD*. Dissertation ... Candidate of Historical Science. Izhevsk, 273 p. (In Russ.)
- Kuzminykh, S.V., 1983, *Metallurgy of the Volga-Kama region in the early Iron Age (copper and bronze)*, Nauka, Moscow, 257 p. (In Russ.)
- Orekhov, P.M., 2006, *Bronze Casting in the Kama Region during the Post-Ananyino Period*. Dissertation abstract ... Candidate of Historical Science. Izhevsk, 24 p. (In Russ.)
- Perevoshchikov, S.E., Sabirova, T.M., 2014, "Non-ferrous metal from the Oshkin burial ground of the late 1st – 3rd centuries based on X-ray fluorescence analysis", *The Vyatka region in the Pyanobor era (based on materials from burial sites of the 1st – 5th centuries AD)*, adj. II, UdmGU, Izhevsk, pp. 452–470. (Materials and research of the Kama-Vyatka archaeological expedition, vol. 27) (In Russ.)
- Prokopyeva, T.Yu., Chernykh, E.M., 2025, "The chemical composition of the metal ornaments of the Boyarskiy ("Arai") burial ground (adj. 2)", *Chernykh E.M., Khairullina O.F. The Boyar burial ground "Arai" of the Mazunin type in the Udmurt Kama region*, Udmurtskij universitet, Izhevsk, pp. 357–370. (Materials and research of the Kamsko-Vyatka archaeological expedition, vol. 34) (In Russ.)
- Sabirova, T.M., 2019, "Composition of metal fibulae from the Middle Kama region (based on the materials of the Udmurt State University collection)", *The Volga River Region Archaeology*, no. 1 (27), pp. 180–193. (In Russ.) <https://doi.org/10.24852/2019.1.27.180.193>
- Sattarov, R.R., Dotkin, K.V., 2020, "Archaeological Objects from Non-Ferrous Metals and Alloys from Kipchakovo II Burial Ground of the Pianobor Culture", *Archaeology of the Eurasian Steppes*, no. 5, pp. 119–129. (In Russ.) <https://doi.org/10.24852/2587-6112.2020.5.119.129>

Сведения об авторах

Сергей Эдгарович Зубов, кандидат исторических наук, Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева, Российская Федерация, г. Самара. E-mail: guberfond@rambler.ru, ORCID: 0000-0003-1756-9773, Scopus ID: 57194728433

Эльвир Винерович Камалеев, кандидат исторических наук, Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева УФИЦ РАН, Российская Федерация, г. Уфа. E-mail: kamaleev-ilyir@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3143-5037

Рузиль Раильевич Саттаров, кандидат исторических наук, доцент, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Российская Федерация, г. Казань. E-mail: sattarov.rr@rambler.ru, ORCID: 0000-0003-4907-0221, Scopus ID: 57223026067

Information About the Authors

Sergey E. Zubov, Cand. Sc. (History), Samara National Research University, Russian Federation, Samara. E-mail: guberfond@rambler.ru, ORCID: 0000-0003-1756-9773, Scopus ID: 57194728433

Elvir V. Kamaleev, Cand. Sc. (History), Institute of Ethnological studies of R.G. Kuzev of the Ufa Federal Research Center of RAN, Russian Federation, Ufa. E-mail: kamaleev-ilvir@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3143-5037

Ruzil R. Sattarov, Cand. Sc. (History), associate professor, Kazan (Volga Region) Federal University, Russian Federation, Kazan. E-mail: sattarov.rr@rambler.ru, ORCID: 0000-0003-4907-0221, Scopus ID: 57223026067

Авторский вклад:

С.Э. Зубов – проведение исследования, визуализация

Э.В. Камалеев – формальный анализ, проведение исследования

Р.Р. Саттаров – административное руководство исследовательским проектом, научное руководство, написание черновика рукописи

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' contributions:

S.E. Zubov – investigation, visualization

E.V. Kamaleev – formal analysis, investigation

R.R. Sattarov – project administration, supervision, writing – original draft preparation

Conflict of interests: the authors declare the absence of conflict of interests