

УДК 902

<https://doi.org/10.24852/2587-6112.2022.2.151.167>**МЕТАЛЛ АБАШЕВСКОЙ КУЛЬТУРЫ СРЕДНЕГО ПОДОНЬЯ<sup>1</sup>**

© 2022 г. А.Д. Дегтярева, С.В. Кузьминых

Приводятся результаты морфолого-типологического исследования, спектрального, атомно-эмиссионного спектрометрического и металлографического анализов 20 предметов из могильников и поселения абашевской культуры с территории Воронежской области. Металл представлен орудиями, оружием, украшениями и другими категориями изделий, характерных для культур I фазы Западно-азиатской (Евразийской) металлургической провинции. Немногим более половины орудий коллекции (56,3 %) изготовлены из чистой меди (в том числе окисленной), 25 % орудий – из низколегированной As-бронзы, 18,7 % предметов – из сурьяно-мышьяковой бронзы. Исходя из сходного химического состава металла абашевских племен Подонья и Урала, сделан вывод о том, что медь и бронза поступали на Средний Дон от абашевских металлургов Южного Урала. Часть изделий в виде импорта попадали от синташтинских или сейминско-турбинских общин. Различие в специфике технологических аспектов поселенческих и погребальных комплексов связано либо с одновременностью комплексов или же с особым подбором ритуального погребального инвентаря.

**Ключевые слова:** археология, эпоха бронзы, абашевская культура, Среднее Подонье, спектрометрический анализ, металлографический анализ, историко-металлургические связи.

**METAL OF THE ABASHEVO CULTURE FROM THE MIDDLE DON<sup>2</sup>**

A.D. Degtyareva, S.V. Kuzminykh

The results of a morphological and typological study, spectral, atomic emission spectrometric and metallographic analyzes of 20 items from the burial grounds and the settlement of the Abashevo culture from the territory of Voronezh Oblast are presented. The metal is represented by tools, adornments and other categories of items typical of the cultures of the first phase of the West Asian (Eurasian) metallurgical province. Slightly more than half of the items from the collection (56.3%) are made of pure copper (including oxidized copper), 25% of the tools are made of low-alloyed As-bronze, and 18.7% of the items are made of antimony-arsenic bronze. Based on the similar chemical composition of the metal of the Abashevo tribes from the Don and the Urals, it was concluded that copper and bronze came to the Middle Don from the Abashevo metallurgists of the Southern Urals. Part of the products came in the form of imports from the Sintashta or Seima-Turbino communities. The difference in the specifics of the technological aspects of the settlement and burial complexes is associated either with the time difference between the complexes or with a special selection of ritual grave goods.

**Keywords:** archaeology, Bronze Age, Abashevo culture, Middle Don region, spectrometric analysis, metallographic analysis, historical and metallurgical links.

Цель работы – обобщение результатов аналитического исследования цветного металла абашевской культуры (АК) Среднего Подонья, а также реконструкция системы ее историко-металлургических контактов. База данных металла АК региона достаточно объемна – около 90 изделий из могильников и в меньшей мере поселений, представленных в основном орудиями труда и оружием (Пряхин, 1976; 1977; Пряхин и др., 1989; 1998; 1990а; 1990б; Пряхин, Матвеев, 1993; Тихонов, 1972; 1978; Голотвин и др., 2016). В статье приводятся результаты спектрального, атомно-эмиссионного спектрометрического

и металлографического анализов 20 изделий, происходящих из курганных могильников Подгорное 1, 2, Шкаринский, Кондрашкинский, Усманский, Нижнекисляевский, поселения Отрожка и из числа случайных находок на р. Савала (табл. 1). Металл был обнаружен в 70–80-е гг. XX в. в процессе работ археологической экспедиции Воронежского университета, а также Воронежской новостроечной экспедиции ИА РАН.

**Методика.** Предметы подвергнуты морфолого-типологическому изучению, спектральному, рентгенофлуоресцентному (ИА РАН; анализатор X-MET 3000TX фирмы OXFORD

<sup>1</sup> Работа выполнена частично по госзаданию № 121041600045-8 (А.Д. Дегтярева), № 122011200264-9 (С.В. Кузьминых).

<sup>2</sup> The work was partially performed on the basis to the state assignment No. 121041600045-8 (A.D. Degtyareva), No. 122011200264-9 (S.V. Kuzminykh).

Таблица 1. Металлические изделия абашевской культуры Среднего Подонья  
 Table 1. Metal products of the Abashevo culture from the Middle Don region

№	Предмет	Памятник	Рис.	№ спектр., АЭСА	№ структ. ан.	Хранение	Публикации
1	Топор	Р. Савала, Бобровский район Воронеж. обл. (случ. находка).	1: 1	150	308	Воронежский обл. музей, 4632/А-1022	Тихонов, 1978, рис. 3: 3.
2	Топор	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 2	151	318	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 2.
3	Копье	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 3	152	319	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 1.
4	Тесло	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 4	153	320	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 4.
5	Нож	Усманский курган, Новоусман-ский район, Воронеж. обл.	1: 5	—	278	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1990а, рис. 6: 2.
6	Нож	Мог. Подгорное 1, Калачеевский район, Воронеж. обл.	1: 6	497	281	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1990б.
7	Нож	Мог. Подгорное 1, Калачеевский район, Воронеж. обл.	1: 7	496	332	Археол. музей ВГУ	Пряхин, Саврасов, 1998, рис. 1; 13
8	Нож	Мог. Подгорное 2, Калачеевский район, Воронеж. обл.	1: 8	—	280	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1990б.
9	Нож	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 9	—	317	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 3.
10	Серповидное орудие, обл.	Пос. Отрожка, Железнодорожный район Воронежа	1: 10	13626	302	Археол. музей ВГУ, 56/3	Тихонов, 1972.
11	Шило	Курган Нижний Кисляй, Бутурли-новский район, Воронеж. обл.	1: 11	495	287	Археол. музей ВГУ, 1/32	—
12	Браслет	Мог. Шкаринский, Бобровский район, Воронеж. обл.	1: 12	493	336	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1993, рис. 5: 7.
13	Браслет	Мог. Шкаринский, Бобровский район, Воронеж. обл.	1: 13	—	—	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1993, рис. 5: 8.
14	Оковка	Мог. Шкаринский, Бобровский район, Воронеж. обл.	1: 14	494	340	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1993, рис. 5: 3.
15	Скоба	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 15	315	321	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 6.
16	Скоба	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 16	—	322	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 7.
17	Скоба	Кондрашкинский курган, Каширский район, Воронеж. обл.	1: 17	316	323	Археол. музей ВГУ	Пряхин и др., 1989, рис. 4: 8.
18	Скоба	Пос. Отрожка, Железнодорожный район Воронежа	1: 18	13925	303	Археол. музей ВГУ, 56/9	Тихонов, 1972.

19	Заготовка	Пос. Отрожка, Железнодорожный район Воронежа	1: 19	13623	301	Археол. музей ВГУ, 56/4	Тихонов, 1972.
20	Слиток	Пос. Отрожка, Железнодорожный район Воронежа	1: 20	13632	300	Археол. музей ВГУ, 56/7	Тихонов, 1972.

Instruments Analytical), атомно-эмиссионному спектрометрическому (ИНХ СО РАН) и металлографическому анализам (ВГУ; микроскоп ММР-2Р фирмы ЛОМО; ТюмНЦ СО РАН; микроскоп Axio Observer D1m фирмы Zeiss; микротвердомер ПМТ-3М фирмы ЛОМО).

**Категории изделий** представлены втульчатыми топорами, теслом, наконечником копья, ножами, шилом, браслетами, обломком оковки деревянного сосуда, скобами, полуфабрикатом, слитком.

**Втульчатые топоры** отнесены к двум типологическим разрядам: *узкообушные, грацильные, с дуговидным абрисом в профиле, каплевидным сечением клина* (тип Т-2; Черных, Кузьминых, 1989, с. 125–128; Кузьмина, 2019) и *массивновислообушные, с Г-образным абрисом в плане, клиновидной в сечении рабочей части, со слабо скошенной или почти прямой верхней гранью обуха* (тип Т-4; Черных, Кузьминых, 1989, с. 128; Дегтярева, 2021, с. 18). К числу первых принадлежит случайная находка на р. Савала Бобровского р-на Воронежской области (рис. 1: 1); длина орудия 17,5; длина и ширина клина 11 и 2,5; высота и ширина втулки 5,5×5,5 см. Топор второго типа происходит из погр. 1 Кондрашкинского кургана (рис. 1: 2); длина 16,7; длина и ширина клина 11,2 и 3,5; высота и ширина втулки 5,5×4,5 см.

**Тесло** из погр. 1 Кондрашкинского кургана – *плоское, трапецевидной формы, с широким продольным лезвием, округлой пяткой обуха, расширяющимся к лезвию боковыми гранями*; размеры: длина 12,2; ширина обуха 2,2; ширина лезвия 3,6; толщина 0,5 см) (рис. 1: 4).

**Ножи** (5 экз.) – трех типов, *двулезвийные, с выделенным черенком*.

Тип 1 (рис. 1: 8) – *с длинным и широким трапецевидным черенком, овально-листовидным клинком, отделенным от рукояти небольшими уступами; сечение клинка вытянуто-ромбовидное* (Подгорное 2, кург. 3, погр. 2); размеры: длина 15, длина рукояти 6, длина лезвия 9, ширина лезвия 3,7 см.

Тип 2 (3 экз.; рис. 1: 5–7) – *с перекрестьем, перехватом, ромбической пяткой черенка, продольным ребром по клинку*; соответствуют разряду НК-16 (Черных, Кузьминых, 1989,

с. 101); происходят из могильников: Усманский, погр. 4; Подгорное 1, к. 9, погр. 1 (2 экз.). Лезвийная кромка ножей из Подгорного полностью минерализована и заметно выщерблена; длина ножей 12,8–16,6; ширина лезвия 2,7–3 см.

Тип 3 (рис. 1: 9) – *с длинным трапецевидным черенком с закругленной пяткой, перекрестьем, коротким овально-листовидным клинком, линзовидным в сечении* (погр. 1 Кондрашкинского кургана); длина 10,1; ширина лезвия 2,5 см.

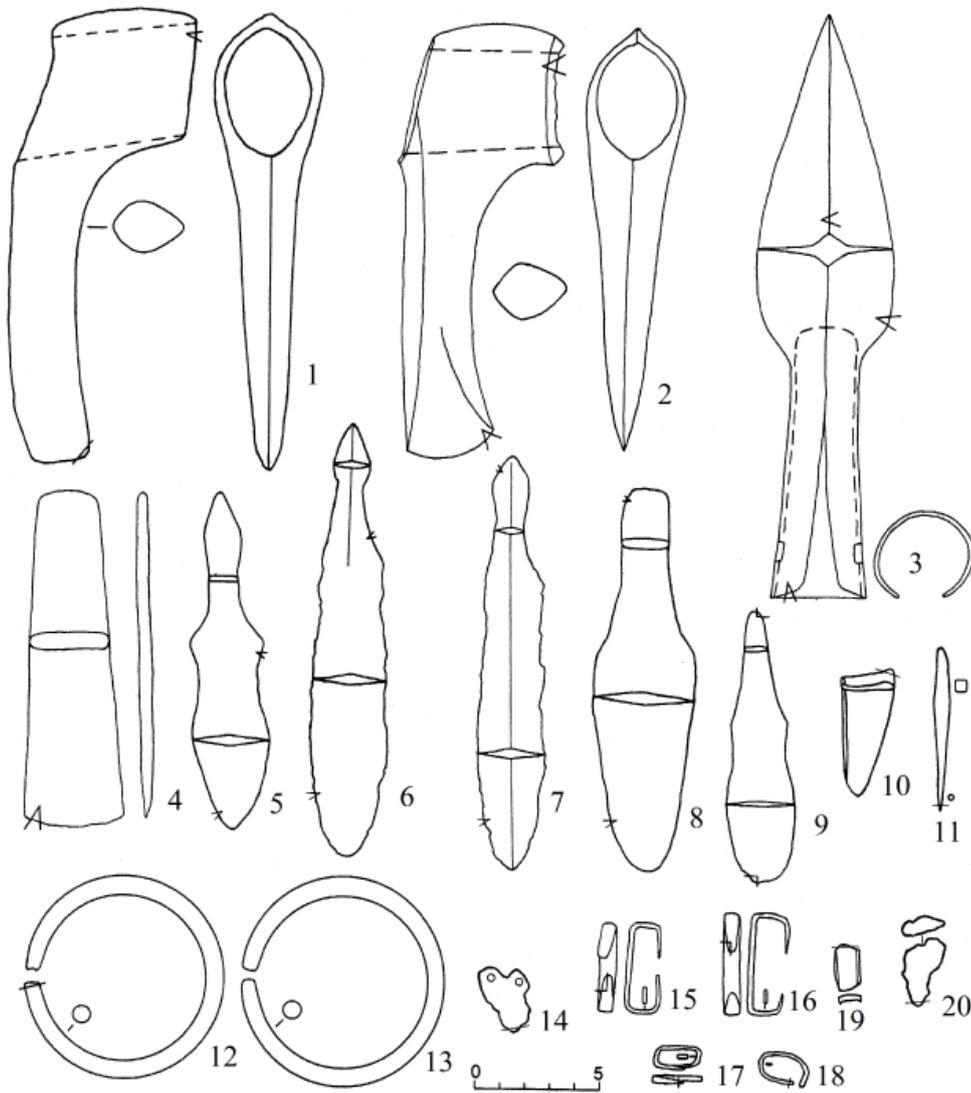
**Пластинчатые серповидные орудия** представлены фрагментом лезвийного окончания (рис. 1: 10) из пос. Отрожка; его длина 5, ширина лезвия 2,2 см.

**Шило** (рис. 1: 11) – *с намеченным упором, коротким черешком, квадратное в сечении* (курган в пос. Нижний Кисляй); длина 6,1; толщина 0,5 см.

В составе инвентаря погр. 1 Кондрашкинского кургана – **наконечник копья с кованой разомкнутой втулкой, листовидным пером и намеченным продольным ребром жесткости по стержню пера** (рис. 1: 3); соответствует разряду КД-4 (Черных, Кузьминых, 1989, с. 64–66). Размеры: общая длина 22,6; длина пера 13,2 и втулки 9,4; ширина пера 5,2; диаметр устья втулки 3,8 и толщина ее пластины 0,2 см.

В числе украшений – **2 браслета** из мог. Шкарин (кург. 5, погр. 2; рис. 1: 12, 13; ан. 336). Браслеты, найденные в кенотафе, расположены один над другим (Пряхин, Матвеев, 1993, с. 40, 41), отнесены к типу *массивных, разомкнутых, из круглого в сечении дрота, с притупленными зауженными концами*; соответствуют разряду У-2, характерному для абашевских и раннесрубных (покровских) древностей (Черных, Кузьминых, 1989, с. 132). Диаметр по внешнему контуру 7,7×8 см, толщина прутков 0,7–0,8 см.

**Оковка** найдена в мог. Шкарин (погр. 2 кург. 5; ан. 340; рис. 1: 14). По мнению авторов раскопок (Пряхин, Матвеев, 1993, с. 42), принадлежала деревянному сосуду<sup>1</sup>, сохранился фрагмент (2,5×1,6×0,1 см) с фигурными вырезами по верхнему краю с пробитыми отверстиями для мелких гвоздиков.



**Рис. 1.** Металл абашевской культуры Среднего Подонья: 1, 2 – втульчатые топоры (ан. 308, 318); 3 – наконечник копья (ан. 319); 4 – тесло (ан. 320); 5-9 – ножи (ан. 278, 281, 332, 280; 317); 10 – серповидное орудие, обл. (ан. 302); 11 – шило (ан. 287); 12, 13 – браслеты (ан. 336); 14 – оковка (ан. 340); 15-18 – скобы (ан. 321, 322, 323, 303); 19 – заготовка (ан. 301); 20 – слиток (ан. 300) (1 – Савала; 2-4, 9, 15-17 – Кондрашкинский; 5 – Усманский; 6, 7 – Подгорное 1; 9 – Подгорное 2; 10, 18-20 – Отрожка; 11 – Нижний Кисляй; 12-14 – Шкарин; срезы на металлографические шлифы показаны секущими линиями).

**Fig. 1.** Metal of the Abashevo culture from the Middle Don: 1, 2 – sleeved axes (an. 308, 318); 3 – spearhead (an. 319); 4 – adze (an. 320); 5-9 – knives (an. 278, 281, 332, 280; 317); 10 – sickle-shaped tool, fragment (an. 302); 11 – awl (an. 287); 12, 13 – bracelets (an. 336); 14 – forging (an. 340); 15-18 – brackets (an. 321, 322, 323, 303); 19 – blank (an. 301); 20 – ingot (an. 300) (1 – Savala; 2-4, 9, 15-17 – Kondrashkinsky; 5 – Usmansky; 6, 7 – Podgornoye 1; 9 – Podgornoye 2; 10, 18-20 – Otrzhka; 11 – Nizhny Kislyai; 12-14 – Shkarin; sections on metallographic specimens are marked by secant lines).

Другие изделия представлены скобами (4 экз.), полуфабрикатом и слитком. **Скобы** обнаружены в погр. 1 Кондрашкинского кургана (3 экз.; ан. 321-323; рис. 1: 15-17), пос. Отрожка (ан. 303; рис. 1: 18). Длина изделий 2-4 см, ширина пластин 0,2-0,7 см. **Заготовка** (2,3×1,1×0,2 см) и **слиток** (2,3×1,3×0,5 см) найдены в слое пос. Отрожка (рис. 1: 19, 20).

**Химический состав металла** 16 изделий изучен методами атомно-эмиссионного спектрометрического, спектрального полуколиче-

ственного и рентгенфлуоресцентного анализа в лабораториях ИНХ СО РАН, ИА РАН (табл. 2). Статистическая обработка аналитических данных выявила в абашевском металле Среднего Подонья три металлургические группы или рецепта сплавов: чистая медь (9 экз., 56,3% выборки; Подгорное 2, Нижний Кисляй, Отрожка, Савала), мышьяковая (4 экз., 25%; ан. 319, 320, 323, 336; Кондрашкинский, Шкаринский) и сурьяно-мышьяковая бронза (3 экз., 18,7%; ан. 281, 318, 332; Кондрашкинский, Подгорное 1).

Изделия первой группы подразделяются в свою очередь на изготовленные из «загрязненной», в том числе сульфидной (7 экз.; ан. 287, 300, 303, 308, 315, 321, 340), и «чистой» окисленной меди (2 экз.; ан. 301, 302). В последних – заготовке, обломке серповидного орудия, по данным микроструктурного анализа, содержание кислорода незначительно (до 0,05%). В группе Cu+As концентрация мышьяка варьирует в пределах 0,3–3,9%. Три предмета в ней относятся к низколегированным мышьяковым бронзам (As 0,3–1%). Лишь в скобе из Кондрашкинского кургана (ан. 323) содержание мышьяка повышено до 3,9%.

Изделия из сплава Cu+Sb+As выделены в отдельную группу из-за повышенной концентрации сурьмы (0,3–0,52%) и мышьяка (0,48–0,71%). В обработанных ранее больших статистических выборках металла Волго-Уралья эпохи поздней бронзы (Черных, 1970; Черных, Кузьминых, 1989; Агапов, 1990; Дегтярева, 2010) изделия с такой комбинацией сурьмы и мышьяка в сплаве были отнесены к химико-металлургической группе ВК (волгокамская). Самые ранние их образцы выявлены в памятниках сейминско-турбинской (СТ), синташтинской, петровской и раннесрубной (покровской) культур.

В металле всех трех металлургических групп зачастую содержатся высокие концентрации железа (до 4,2%), в единичных случаях отмечено повышенное содержание цинка (до 0,14–0,23%), серебра (до 0,1–0,15%), а также сурьмы (0,1–0,15%). Примеси Sn, Pb, Bi, Ni, Co, Au крайне незначительны (в пределах сотых – тысячных долей процента).

**Результаты металлографического анализа.** Помимо данного анализа с использованием оптической микроскопии для некоторых изделий Кондрашкинского кургана проведено также микрорентгеноструктурное исследование в металлографической лаборатории предприятия А35–56 г. Воронежа, которое включало прецизионное определение параметра решетки металла и анализ формы рентгенодифракционной кривой с определением параметра решетки по положению центра тяжести линий 311 и 222 (Дегтярева, 1998). Функцию распределения интенсивности получали при сканировании указанных линий по точкам с шагом 0,1 и 0,05 градусов со временем накопления импульсов в 10 секунд. Была также предпринята попытка оценки величины неоднородной упругой деформации кристаллической решетки на втулках топора и наконечника копья в направлении,

перпендикулярном плоскости отражения по профилю рентгенодифракционных кривых 311 и 111.

В микроструктурах многих изделий обнаружены серо-голубые включения сульфидов и оксидов железа (более точное определение по визуальным данным невозможно). В структуре топора (ан. 308) они редкие, но довольно крупные – размером до 20 мкм, в микроструктуре копья (ан. 319) – более многочисленны, но меньше размером – до 12 мкм. В остальных изделиях обнаружены мелкие одиночные включения размером до 12 мкм.

Оба топора отлиты в двусторонних формах со вставным вкладышем для получения втулки и литником, подведенным к спинке орудий. Заливка меди в форму топора из Савала производилась при большом перегреве металла, в результате чего произошел пригар поверхности изделия к глиняным стенкам матриц и образованию характерных губчатых затеков металла на спинке и верхней части втулки изделия (ан. 308; рис. 1: 1; 2: 1). Предпринята попытка кузнечной доработки металла, направленной на исправление дефектов литья. С этой целью орудие нагрето до высокой температуры – 1000 °С, что вызвало перегрев металла с образованием гигантских полиэдров диаметром до 1 мм, оплавленных по границам, с едва заметной ликвацией внутри зерен. Самаковка не была осуществлена – в конечном счете орудие представляет собой литейный или кузнечный брак.

Топор из Кондрашкинского кургана отлит из низколегированной бронзы (Sb 0,52%; As 0,48%) (ан. 318; рис. 1: 2; 2: 2, 3). Микроструктурное исследование среза края втулки выявило литую дендритную структуру, не нарушенную деформирующим воздействием, в то время как на сечении лезвия топора обнаружена деформированная волокнистая структура, кое-где заметны полосы деформации. Микротвердость по Виккерсу (HV) на лезвии составила 145,6 кгс/мм<sup>2</sup>, на втулке – 79,6 кгс/мм<sup>2</sup>, параметр решетки на втулке равен  $3,6108 \pm 0,0003 \text{ \AA}$ . Относительная микродеформация кристаллической решетки на втулке равна  $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx 0,123$ . Микроструктурные данные в сочетании с микрорентгеноструктурным анализом показали незначительную доработку ковкой порядка 40% отливки орудия, направленную на устранение пороков литья и заострение лезвийной кромки. Ковка производилась по холодному металлу после предварительного нагрева рабочей части, о чем свидетельствуют более крупные разме-

Таблица 2. Результаты атомно-эмиссионного и спектрального анализов изделий абашевской культуры\*  
Table 2. Results of atomic emission and spectral analysis of the Abashevo culture's items

№	Предмет	Рис.	№ структ. ан.	№ АЭСА, РФА	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
<i>р. Савала (случ. находка)</i>																
1	Топор	1: 1	308	150	Осн.	<0,005	0,006	0,065	0,003	0,04	<0,01	0,05	0,14	0,03	<0,001	<0,001
<i>Кондрашинский курган</i>																
2	Топор	1: 2	318	151	Осн.	<0,005	0,014	0,14	0,01	0,015	0,52	0,48	0,5	0,09	0,001	<0,001
3	Копье	1: 3	319	152	Осн.	0,02	0,02	0,09	0,009	0,14	0,07	0,3	0,3	0,009	0,001	0,004
4	Тесло	1: 4	320	153	Осн.	0,01	0,02	0,04	0,03	0,1	0,07	0,77	0,2	0,03	<0,001	<0,001
5	Скоба	1: 15	321	315	Осн.	0,05	0,04	0,23	0,003	0,05	0,15	0,1	0,09	0,05	<0,001	<0,001
6	Скоба	1: 17	323	316	Осн.	0,008	0,004	0,06	0,001	0,06	0,15	3,9	0,36	0,09	0,002	0,01
<i>Могильник Шкаринский, кург. 5, погр. 2</i>																
7	Браслет	1: 12	336	493	Осн.	0,05	0,02	0,05	0,002	0,06	<0,05	1,02	0,12	0,012	<0,001	<0,001
8	Оковка	1: 14	340	494	Осн.	0,01	0,04	0,02	0,002	0,1	0,1	0,2	0,2	0,008	<0,001	<0,001
<i>Курган Нижней Кисляй</i>																
9	Шило	1: 11	287	495	Осн.	0,01	0,01	0,02	0,001	0,01	<0,05	0,1	0,28	0,001	<0,001	<0,001
<i>Могильник Подгорное 1, кург. 9, погр. 1</i>																
10	Нож	1: 6	281	497	Осн.	0,02	0,02	0,03	<0,001	0,09	0,3	0,48	4,2	0,041	<0,001	<0,001
11	Нож	1: 7	332	496	Осн.	0,03	0,02	0,06	0,002	0,15	0,4	0,71	2,0	0,051	<0,001	<0,001
<i>Могильник Подгорное 2, кург. 3, погр. 2</i>																
12	Нож	1: 8	280	44803	Осн.	0,03	0,1	0	0,07	0,07	0,09	0,05	0,3	0	0	0
<i>Поселение Отрожка</i>																
13	Заготовка	1: 19	301	16623	Осн.	0,006	0,012	—	0,0015	0,03	0,012	—	0,009	0,005	—	—
14	Серповидное орудие, обл.	1: 10	302	13626	Осн.	0,01	0,005	—	—	0,002	0,005	—	0,05	0,006	—	—
15	Слиток	1: 20	300	13632	Осн.	0,004	—	—	—	0,0002	—	—	0,7	—	—	—
16	Скоба	1: 18	303	13925	Осн.	0,025	0,007	—	0,003	0,03	0,005	—	0,3	0,005	—	—

\* АЭСА с трехзначными номерами произведены в Институте неорганической химии СО РАН, спектральные анализы с пятизначными номерами, РФА № 44803 — в лаборатории естественнонаучных методов ИА РАН.

ры исходных зерен на лезвии в сравнении со структурой края втулки.

Тесло отлито из низколегированной мышьяковой бронзы (As 0,77%) в односторонней с плоской крышкой литейной форме с доработкой рабочей кромки холодной ковкой (ан. 320; рис. 1: 3; 2: 4). На сечении лезвия обнаружена литая дендритная структура, измененная деформирующим воздействием. У самой кромки лезвия дендриты имеют почти волокнистые очертания, в то время как вдали от него расположение дендритов изменено в незначительной степени. В процессе работы затупленное лезвие подвергалось холодной ковке с целью его заострения, о чем свидетельствуют полосы деформации. Наличие в составе металла хрупких при холодной деформации включений сульфидов явилось причиной сильной выкрошенности лезвийной части орудия. Показатель микротвердости составляет  $177,5 \text{ кг/мм}^2$ , параметр решетки –  $3,6108 \pm 0,0003 \text{ \AA}$ .

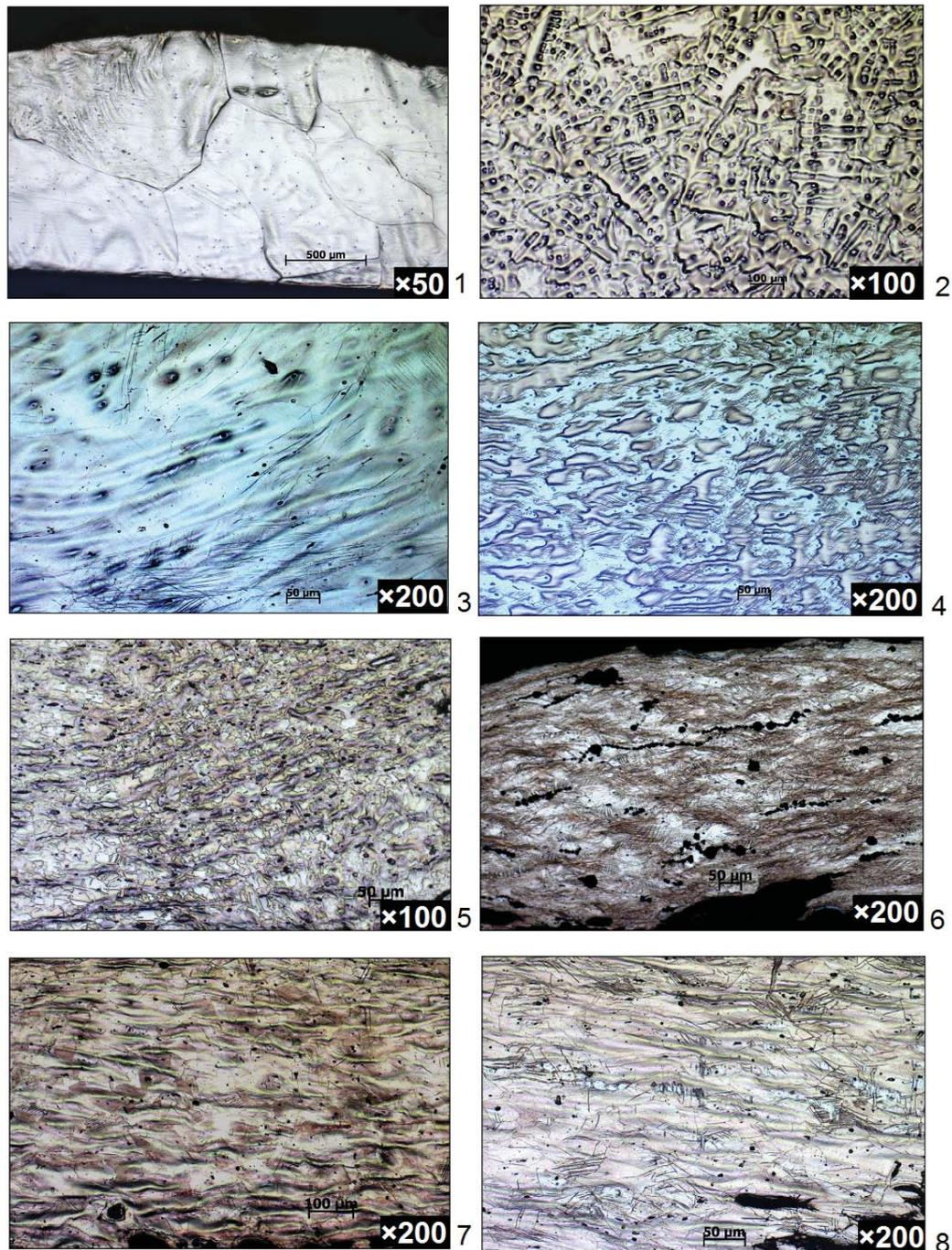
Ножи (5 экз.) получены по единой технологической схеме: получение отливок из меди (Подгорное 2; ан. 280; рис. 1: 8; 2: 5) или низколегированной сурьмяно-мышьяковой бронзы (Усманский, Кондрашкинский, Подгорное 1; ан. 281, 332; As 0,48–0,71%; Sb 0,3–0,4%; рис. 1: 5–7, 9; 2: 6–8) в односторонних литейных формах с плоскими крышками с последующей формообразующей ковкой в низкотемпературном режиме. Для двух ножей химический состав не определен, однако характер микроструктурных данных – деформированные волокнистые дендриты с рекристаллизованными зернами – свидетельствует о вероятном использовании низколегированной As-бронзы (рис. 1: 5, 9; 2: 6; ан. 278, 317). Ковка орудий направлена на растяжку корпуса орудий с существенными степенями обжатия металла порядка 60–70%, а также заострение рабочей части. Кузнечные операции протекали в режиме неполной горячейковки при 250–450 °С, о чем свидетельствует наличие мелко- или среднезернистой рекристаллизованной структуры на фоне волокнистой текстуры (ан. 280, 278, 281, 332; рис. 2: 5–8). Заключительные операции зачастую протекали по холодному металлу с целью упрочнения изделий (микротвердость по НВ 132,7–198,3 кгс/мм<sup>2</sup>). В микроструктурах ножей обнаружено большое количество сульфидов железа, иногда достаточно крупных, вытянутых вдоль шлифа при содержании Fe 2–4,2%. По всей видимости, присутствие избыточного количества включений явилось причиной активно протекавшей

коррозии металла, а также хрупкости меди при деформирующем воздействии.

Серповидное орудие (Отрожка; ан. 302; рис. 1: 10; 3: 1) получено литьем из чистой окисленной меди в односторонней литейной форме с плоской крышкой. Отливка, содержащая незначительное количество включений эвтектики Cu–Cu<sub>2</sub>O до 0,09% по границам литых полиэдров лишь в приповерхностной зоне, была подвергнута доработке ковкой при обжатии 50–60% в горячую при 600–800 °С. Температураковки засвидетельствована размером рекристаллизованных зерен и показателями микротвердости металла (диаметр зерен 0,4–0,15 мм; НВ 95,2 кгс/мм<sup>2</sup>).

Шило изготовлено из «загрязненной» меди с примесью As 0,1% в процессековки заготовки при низкотемпературном режиме 250–450 °С (наличие измельченной рекристаллизованной структуры на фоне волокнистых дендритов; Нижний Кисляй; рис. 1: 11; 3: 2).

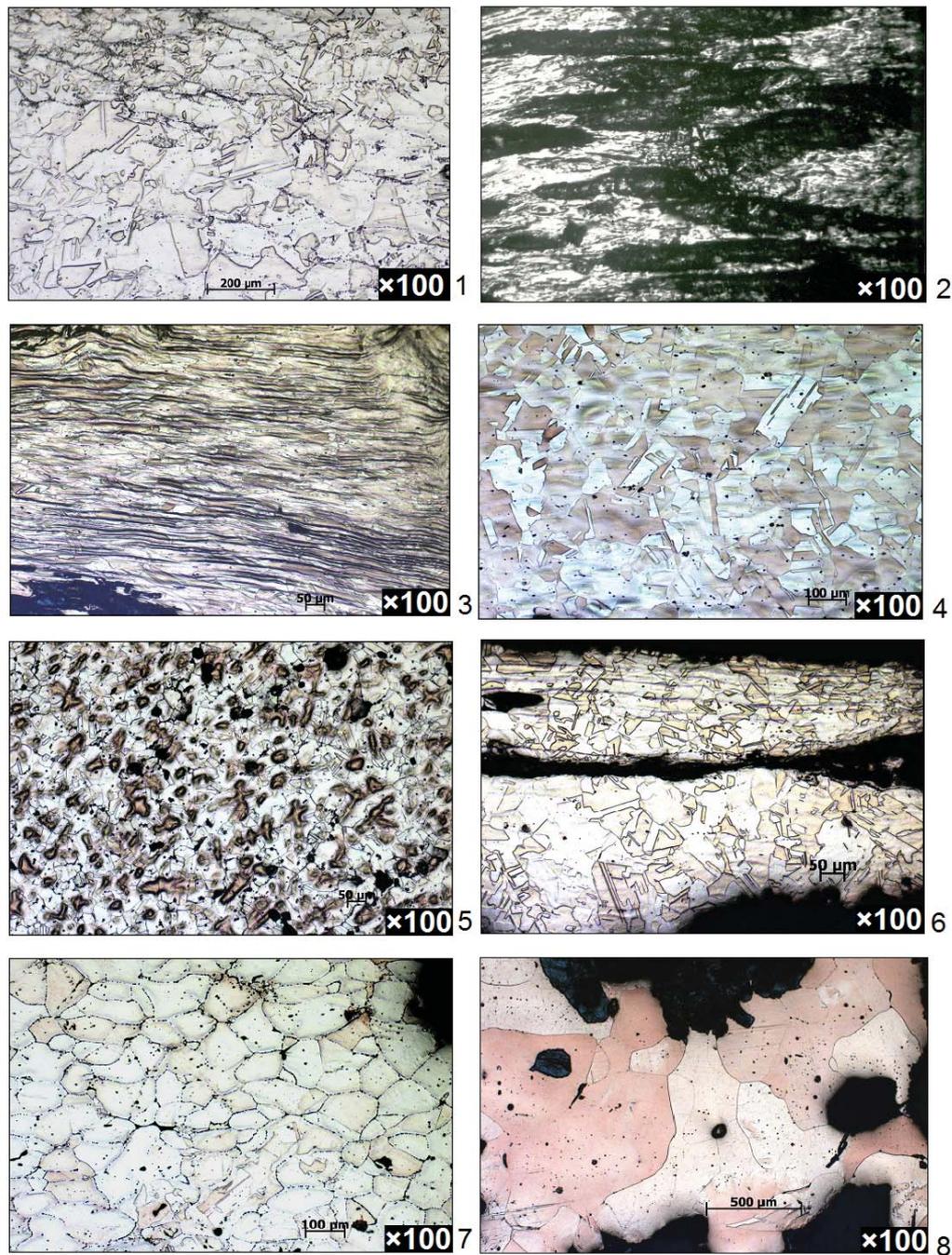
Более трудоемкой и сложной была схема изготовления наконечника копья из Кондрашкинского кургана (ан. 319; рис. 1: 3; 3: 3, 4). Его формовка осуществлялась ковкой из заготовки подтреугольной формы, предварительно отлитой из низколегированной мышьяковой бронзы (As 0,3%), с использованием ряда кузнечных операций: свертывания втулки на оправке округлого профиля, пробивки двух отверстий по краю втулки, соединения сваркой двух сторон пластины вдоль нервюры, проковки на фигурной наковальне с желобком для получения ребра жесткости, вытяжки, плющения лезвийной части. Микроскопически исследованы поперечные срезы лезвийной части, края втулки, ребра жесткости. На лезвии выявлена волокнистая деформированная структура, на фоне которой видны отдельные мелкие зерна со слабо просматривающимися границами, характерными для низкотемпературнойковки. Показатель микротвердости составляет  $131,3 \text{ кгс/мм}^2$ . На втулке обнаружена рекристаллизованная структура, характерная для отожженного состояния; на ее фоне едва просматривается дендритная ликвация. Качественная оценка формы линии и количественная оценка относительной микродеформации позволяют предположить, что в образце протекали процессы динамической рекристаллизации, при этом была пройдена стадия динамического возврата первичной и собирательной рекристаллизации. Из этого следует, что изделие было подвергнуто нагреву в интервале



**Рис. 2.** Фотографии микроструктур орудий абашевской культуры Среднего Подонья: 1 – топор (ан. 308, срез лезвия); 2, 3 – топор (ан. 318, срезы на втулке и лезвия); 4 – тесло (ан. 320, срез лезвия); 5-8 – ножи (ан. 280, 278, 281, 332, срезы лезвия) (1 – Савала, 2-4 – Кондрашкинский; 5 – Подгорное 2; 6 – Усманский; 7, 8 – Подгорное 1).  
**Fig. 2.** Photographs of the microstructures of the Abashevo culture's tools from the Middle Don region: 1 – ax (an. 308, blade section); 2, 3 – ax (an. 318, sleeve and blade sections); 4 – adze (an. 320, blade section); 5-8 – knives (an. 280, 278, 281, 332, blade sections) (1 – Savala, 2-4 – Kondrashkinsky; 5 – Podgornoye 2; 6 – Usmansky; 7, 8 – Podgornoye 1).

температур 600–800 °С. Показатель микротвердости 77,2 кгс/мм<sup>2</sup>. На сечении ребра жесткости выявлена рекристаллизованная структура на фоне выраженных волокнистых дендритов. В центре шлифа видна зона сварки, посередине которой проходит глубокая трещина. Величина зерен так же, как и на втулке,

отличается выраженной неоднородностью — от 0,15 до 0,035 мм. Показатель микротвердости 113,4 кгс/мм<sup>2</sup>. Приведенные наблюдения позволяют сделать вывод о том, что формовка орудия – свертывание втулки, сварка краев пластины с последующим использованием наковальни с желобком для получения ромби-



**Рис. 3.** Фотографии микроструктур изделий абашевской культуры Среднего Подонья: 1 – обломок серповидного орудия (ан. 302, срез лезвия); 2 – шило (ан. 287, срез острия); 3, 4 – наконечник копья (ан. 319, срезы лезвия, нервюры); 5 – браслет (ан. 336, поперечное сечение); 6 – скоба (ан. 303, поперечное сечение); 7 – заготовка (ан. 301, поперечный срез); 8 – слиток (ан. 300, поперечный срез) (1, 6-8 – Отрожка; 2 – Нижний Кисляй; 3, 4 – Кондрашкинский; 5 – Шкарин).

**Fig. 3.** Photographs of the microstructures of the Abashevo culture's items in the Middle Don region: 1 – sickle-shaped tool, fragment (an. 302, blade section); 2 – awl (an. 287, point section); 3, 4 – spearhead (an. 319, blade sections, ribs); 5 – bracelet (an. 336, cross-section); 6 – bracket (an. 303, cross-section); 7 – blank (an. 301, transverse section); 8 – ingot (an. 300, transverse section) (1, 6-8 – Otrzhka; 2 – Nizhny Kislyai; 3, 4 – Kondrashkinsky; 5 – Shkarin).

ческого сечения – производилась при высоких температурах (600–800 °С). Плющение, вытяжка и заострение лезвийной части пера с его одновременным упрочнением протекали в режиме неполной холоднойковки при температурах 200–450 °С. Доработка лезвийной

части сопровождалась и наиболее существенными степенями обжатия металла – порядка 90–100%, в то время как втулка практически не испытала деформирующего воздействия.

Браслет первоначально отлит в виде прутка из низколегированной мышьяковой брон-

зы (As 1,02%) в двусторонней форме (мог. Шкарин; рис. 1: 12; 3: 5). Последующая кузнечная доработка украшения была направлена на заглаживание поверхности изделия наряду с удалением литейных швов и изгибанием его на оправке округлого профиля. Степени обжатия металла при этом не превышали 20–40%, на что указывает расположение дендритов, незначительно измененных деформирующим воздействием, а также следы литейных швов. Ковка протекала при температурах красного каления металла 600–800 °С (наличие разности зернистости рекристаллизованных зерен диаметром 0,035–0,1 мм, HV 97,5 кгс/мм<sup>2</sup>). Оковка (фрагмент) изготовлена формообразующей ковкой медной заготовки с примесью As 0,2% (ан. 340; рис. 1: 14). Судя по наличию волокнистой деформированной текстуры, на фоне которой видны отдельные мелкие рекристаллизованные зерна, кузнечные операции сопровождались высокими степенями деформации 80–90% и проводились в режиме неполной горячейковки 250–450 °С. В заключение были пробиты отверстия.

Скобы из Кондрашкинского кургана (3 экз.) изготовлены ковкой заготовок с использованием средних и высоких степеней обжатия металла из меди и мышьяковой бронзы (As 3,9%) (ан. 321–323; рис. 1: 15–17). С наибольшей степенью обжатия была прокована одна скоба (ан. 323; рис. 1: 17). Характер деформированной волокнистой структуры с просматривающимися измельченными кристаллами диаметром меньше 0,01 мм свидетельствует о том, что формовка изделия сопровождалась 90–100-процентным обжатием металла (HV 149,7 кгс/мм<sup>2</sup>). Исходя из особенностей микроструктурных данных, завершеного характера рекристаллизованных структур, замеров микротвердости, наличия хрупких при холодной деформации включений сульфидов, можно сделать вывод о том, что кузнечные операции при изготовлении скоб производились при температурах 250–450 °С. Скоба из слоя пос. Отрожка получена в процессе горячейковки медной заготовки при 600–800 °С (наличие деформированной волокнистой матрицы с рекристаллизованными участками на ее фоне, d зерен 0,035–0,1 мм; ан. 303; рис. 1: 18; 3: 6).

Два других изделия – заготовка и небольшой слиток, происходящие также из слоя пос. Отрожка, – изготовлены из чистой меди (ан. 301, 300; рис. 1: 19, 20; 3: 7, 8). Заготовка отлична из окисленной меди с содержанием кислоты 0,05%, затем слегка прокована с обжати-

ем 20% при 600 °С (наличие незначительного количества рекристаллизованных участков). Судя по литой полиэдрической структуре с очень крупными кристаллами 0,2–0,3 мм, слиток-сплеск кристаллизовался в условиях замедленного охлаждения в печи, по мере ее остывания.

**Обсуждение.** Морфологические особенности исследованных орудий, оружия и украшений абашевской культуры Среднего Подонья позволяют распределить их на три группы: 1) связанные с морфотипами абашевского производства; 2) изделия, распространенные в культурах лесостепной и степной полосы Восточной Европы и Урала в конце III – I четв. II тыс. до н. э.; 3) импорты из синташтинского и сейминско-турбинских центров.

К первой группе отнесены узковислобушный топор (Савала) и массивные прутковые браслеты с круглым сечением (Шкарин 1). Топоры абашевского типа распространены от Дона до Зауралья с преимущественной локализацией в Волго-Камье в памятниках абашевской общности и незначительно в могильниках СТ-типа, при этом подавляющее большинство орудий (89%) – случайные находки (Черных, 1970, с. 58; Пряхин, 1976, с. 128–132; Кузьмина, 2000, с. 79–84; 2019, с. 222–223; Кузьминых и др., 2021а). В Среднем Подонье, кроме того, обнаружена двусторонняя глиняная литейная форма для отливки орудий этого типа в Кондрашевском могильнике (кург. 2), а также обломки створок в слое абашевских поселений Шиловское, Усманка 2 (Пряхин и др., 2001, с. 87, рис. 22: 1–3). Массивные прутковые браслеты с круглым сечением из меди и As-бронзы, иногда серебра большей частью характерны для абашевских погребальных комплексов Среднего Поволжья и Южного Урала, в меньшей степени – для сейминско-турбинских и раннесрубных (покровских) могильников (Черных, 1964; Черных, Кузьминых, 1989, с. 132; Кузьмина, 2000, с. 97–100).

Во вторую группу орудий входят тесло трапециевидной формы и двулезвийные ножи – с длинным и широким прямоугольным черенком; черенковые с перекрестьем и перехватом; черенковые с перекрестьем. Эти орудия распространены повсеместно в памятниках лесостепной и степной полосы Восточной Европы и Казахстана в культурах ранней фазы ЗАМП рубежа III–II тыс. до н. э. – XVIII/XVII вв. до н. э. – абашевской, синташтинской, петровской, раннесрубной (покровской), в потаповских погребениях, в

меньшей степени в могильниках сейминско-турбинского типа (Черных, Кузьминых, 1989; Дегтярева, Рындина, 2020).

Наиболее наглядно зона культурных контактов культур ранней фазы ЗАМП, реконструируемая по распределению медных и бронзовых орудий, отражена на карте с ареалом ножей с ромбическим черешком, перехватом и перекрестьем (Дегтярева, Рындина, 2020, с. 25, рис. 4). Картографирование ножей этого типа показывает их наибольшую концентрацию в бассейнах Урала и Волги, в том числе вблизи приуральских и зауральских медных месторождений. В значительном количестве они обнаружены также в Среднем Подонье и Притоболье. Ареал ножей совпал с обширной территорией от Среднего Подонья до Тургайского прогиба, охватившей западные очаги ЗАМП, а ранее области расселения позднейших и полтавкинских племен, по сути послуживших одним из катализаторов в генезисе свиты культур лесостепной и степной зоны Восточной Европы и Урала рубежа III–II тыс. до н. э.

К третьей группе отнесены массивно-обушный топор и кованый наконечник копья. Втульчатые топоры с Г-образным абрисом обнаружены в комплексах петровской культуры Южного Урала и Казахстана (6 экз.), а также в могильниках СТ-типа на Оке и в Прикамье (5 экз.; Черных, Кузьминых, 1989, с. 127–128; Дегтярева, 2021). Судя по химическому составу кондрашкинского топора, обогащенного As до 0,48% и Sb до 0,52%, существует вероятность импорта орудия как из сейминско-турбинских, так и петровских центров металлообработки, в которых использовалась подобная рецептура металла.

Кованые наконечники копий с разомкнутой втулкой, листовидным пером и продольным ребром жесткости характерны прежде всего для синташтинской культуры (6 экз.). В меньшем количестве они обнаружены в СТ-комплексах (4 экз.) и раннесрубных (покровских) (2 экз.), потаповском и петровском погребениях (по 1 экз.) (Дегтярева и др., 2021, с. 240). По данным Е.Н. Черных и С.В. Кузьминых (1989, с. 289, 290), практически все кованые наконечники изготовлены из низколегированной мышьяком бронзы с концентрациями As 0,3–1,5% из предварительно отлитой заготовки. В этом же ряду наконечник из синташтинского могильника Каменный Амбар 5 (As 0,34%). Технология изготовления аналогичного копья из петровского могильника Новоильиновский 2 инте-

грирует черты техносхем как петровской, так и синташтинской культур. С одной стороны, использована оловянная бронза (Sn 3%; As 0,16%), что характерно для петровской металлообработки, с другой – применена схема кузнечных операций, которая весьма обычна в синташтинском металлопроизводстве (Дегтярева, 2010, с. 122–124).

Наконечники копий этого морфотипа (как и массивно-обушны топоры) не характерны для абашевской общности. Скорее всего, в Подонье они являются импортами из центров металлообработки Южного Зауралья, тем более с учетом историко-металлургических контактов уральской абашевской и синташтинской культур. Так, выявлены достаточно протяженные импорты абашевских орудий – в синташтинских могильниках Северо-Западного Казахстана Халвай 3 и Бестамак найдены кованый наконечник копья с длинной втулкой и узковислообушный топор (Шевнина, Логвин, 2015, с. 146, рис. 78; Логвин, Шевнина, 2011, рис. 3: 14).

С целью сопоставления полученных данных привлечены результаты спектрального и рентгенофлуоресцентного анализа изделий абашевской культуры от Дона до Урала, полученные в разные годы, начиная с 60-х гг. XX в. вплоть до настоящего времени (Подонье – 20 экз.; Поволжье – 88 экз.; Южный Урал – 73 экз.) (Черных, 1970; Луньков, 2016; Кузьминых и др., 2021b). В 70-е гг. XX в. Е.Н. Черных проведено исследование абашевского металла, сгруппированного по ареалам: абашевская культура Поволжья (64 ан.), баланбашская культура Приуралья и Зауралья (73 ан.), донская абашевская культура (13 ан.); всего без учета 8 украшений из биллона – 149 анализов (Черных, 1970). Основные выделенные Е.Н. Черных химико-металлургические группы – медно-мышьяковые сплавы (группа ТК, ташказганская), связанные с месторождением Таш-Казган в Зауралье, и «чистая» медь (МП, медистые песчаники Приуралья и Прикамья) с различным процентным распределением предметов групп МП и ТК по ареалам. В то же время в целом по культуре соотношение изделий этих групп было примерно одинаковым — 51,4% предметов ТК, 48,6% – МП.

Абашевские металлурги Среднего Поволжья в основном работали с «чистой» песчанниковой медью (78,1%); металл группы ТК, поступавший с Южного Урала, использовался значительно реже (21,9%). Обратная картина выявлена в Приуралье и Зауралье:

здесь доминировала мышьяковая медь ТК (78,1% изделий), а доля «чистой» меди МП (месторождения бассейна р. Белой) оказалась незначительной (21,9%). Донские материалы, по мнению Е.Н. Черных, занимали промежуточное положение между поволжским и уральским центрами металлопроизводства. Доля металла групп ТК и МП в количественном соотношении была примерно одинаковой (45,5% и 54,5%). Е.Н. Черных пришел к выводу о том, что, скорее всего, абашевские племена Подонья получали весь металл от металлургов абашевской (баланбашской) культуры Южного Урала.

Результаты РФА металла Липецкого могильника (8 ан.) показали несколько иное соотношение металлургических групп: здесь наметилось явное доминирование изделий из мышьяковой бронзы с концентрацией As 0,27–6,29% (62,5% предметов) (Луньков, 2016). Для металла памятника характерны также повышенные концентрации Fe (0,12–1,3%) и Zn (0,51–1,38%).

В целом же, с учетом всей известной совокупности анализов абашевского металла Среднего Подонья (35 анализов, включая опубликованные результаты: Черных, 1970, с. 156; Луньков, 2016, с. 59), ситуация по распределению металлургических групп выглядит практически неизменной – к группе МП (включая изделия из сульфидной, загрязненной и окисленной меди) отнесено 17 экз. (48,6%), ТК (мышьяковых бронз) – 15 экз. (42,8% изделий), к группе сурьмяно-мышьяковых бронз — 3 экз. (8,6 %). Для металла всех групп характерны повышенные концентрации Fe (до 6,9%), Zn (до 1,38%) и Sb (в десятых долях процента). Примеси Sn и Pb либо отсутствуют, либо крайне незначительны (сотые и тысячные доли процента). При этом нужно иметь в виду, что основной массив донского абашевского металла происходит из материалов могильников, представлен в подавляющем большинстве орудиями – ножами и шильями. В связи с этим при изучении большей совокупности донского металла вполне вероятно корректировка соотношения металлургических групп в сторону увеличения медно-мышьяковых сплавов.

Наличие сульфидных включений в микроструктуре изделий при повышенном содержании в составе As и Fe указывает на использование сульфидов в качестве флюсовых добавок при плавке окисленной руды, в том числе, возможно, и арсенопирита. Исследования показали, что подобные содержания

мышьяка в шлаках свидетельствуют о легировании металла в процессе плавки, когда в шихте смешивали окисленные медные руды с арсенид-сульфидными (Григорьев, 2013; Artemyev, Ankushev, 2019; Корякова и др., 2020). Металлургические шлаки и руды, связанные с отработкой месторождений, приуроченных к ультрабаазитам, известны на поселениях синташтинской (Каменный Амбар, Коноплянка, Устье) и абашевской (Коноплянка 2) культур. Материалы из абашевской постройки пос. Коноплянка 2 датированы по  $^{14}\text{C}$  XXI–XIX вв. до н. э. (Корякова и др., 2020, с. 69).

Металлографические исследования небольшой серии изделий абашевской культуры Среднего Поволжья проведены Е.Н. Черных (1964) (13 анализов, в основном украшения). Исследователь обратил особое внимание на достаточно выраженную сложность технологической цепочки изготовления украшений, состоящей изковки заготовок, волочения проволоки, которая сопровождалась сильными степенями деформирующего воздействия до 80%. Для снятия межкристаллитных напряжений в металле мастера использовали приемы термообработки – отжиг при 500–700 °С, что зафиксировано наличием рекристаллизованных структур. В формах отливали лишь бляшки-розетки – один из важнейших этнических маркеров абашевской культуры (Черных, 1964, с. 108). Примечательно, что для изготовления украшений использована в основном металлургически «чистая медь», в том числе и окисленная, насыщенная эвтектикой Cu–Cu<sub>2</sub>O.

Металлографическое исследование донской абашевской серии орудий и украшений, включая результаты микрорентгеноструктурного анализа, позволило восстановить две технологические схемы изготовления инвентаря. Первая предусматривает ковку литых полуфабрикатов из низколегированной As-бронзы (0,3–3,9%) со степенями деформирующего воздействия 60–90% (ножи, шило, копье, оковка, скобы). Во избежание возгонки летучих окислов мышьяка при нагревах доработка орудий и украшений производилась в низкотемпературном режиме при 250–450 °С или по холодному металлу с промежуточными отжигами. Использование упрочнения металла при заключительной холодной проковке существенно повышало микротвердость металла до 198 кгс/мм<sup>2</sup>. Исключение допущено лишь для изготовления наконечника копья, которое ковали по сложной схеме с исполь-

зованием фигурной наковальни для формовки нервюры и сварки по продольной линии ребра жесткости и втулки с использованием режима термообработки при 600–800 °С, хотя заключительные операции по заострению и упрочнению лезвийной части протекали при 250–450 °С. Подобные схемы обработки низколегированной мышьяковой бронзы использовались также и кузнецами синташтинской культуры (Дегтярева, 2010).

Вторая схема – литье в двусторонних или односторонних формах с использованием вкладышей для формовки втулок топоров с последующей незначительной доработкой лезвийной кромки со степенями деформирующего воздействия 20–50%. Из 19 проанализированных предметов только семь (два топора, тесло, браслет, обломок серповидного орудия, полуфабрикат, слиток) получены литьем с незначительной проковкой, остальные (наконечник копья, ножи, шило, оковка, скобы) сформованы ковкой из соответствующих литых полуфабрикатов. Изделия второй группы изготовлены как из «чистой меди», в том числе и окисленной, так и из низколегированной As-бронзы (0,48–1,02%). Использование окисленной меди, подтвержденное наличием тонкой оторочки включений эвтектики Cu–Cu<sub>2</sub>O по границам литых полиэдров, с низким содержанием кислорода до 0,05%, зафиксировано в микроструктурах обломка серповидного орудия и полуфабриката (пос. Отрожка, ан. 301, 302).

Орудия, отлитые из меди, доработаны при температурах красного каления металла 600–800 °С, за исключением топора из Савала. В последнем случае, руководствуясь стремлением устранить литейные пороки, нагрев произведен до предплавильных температур 900–1000 °С, что привело к пережогу металла и выведению орудия из производственной сферы. Его находка на берегу р. Савалы, впрочем как и всей совокупности случайных находок абашевских топоров (89% от учтенных орудий), приуроченных к развитой речной системе Волго-Камского бассейна (Кузьмина, 2000, рис. 2), приводит к мысли о возможном преднамеренном депонировании социально значимых предметов (зачастую и с наконечниками копий) в виде сакральных – вотивных приношений божествам. Подобные дары по обету (*vota*) божествам по формуле «*do ut des*» (я даю, чтобы ты дал) прослежены С. Хансеном в виде кладов бронзового оружия и орудий эпохи бронзы в Западной Европе, начиная с IV тыс. до н. э. (Hansen, 2012). Зача-

стую они были локализованы вне памятников, у священных источников (рек, озер, болот), в культовых пещерах – приношения богам с надеждой на ответный дар в виде удачи, что было связано с многочисленными военными конфликтами той эпохи.

Топор, тесло, браслет из могильников Кондрашкинский и Шкарин, отлитые из As-бронзы, доработаны в соответствии с принятой технологией обработки таких бронз – в низкотемпературном режиме 250–450 °С или в холодную.

При сопоставлении технологических аспектов изготовления инвентаря, обнаруженного в могильниках и в слое пос. Отрожка, отчетливо видно различие по химическому составу, выбору техносхемы, температурного режима обработки металла. В погребениях преобладают изделия из мышьяковой бронзы, полученные ковкой из литых полуфабрикатов при низких температурах 250–450 °С. Металл Отрожки и топора из Савала представлен только медью, в том числе окисленной. В этих изделиях мышьяк и цинк отсутствуют, олово и свинец содержатся в тысячных и сотых долях процента. При изготовлении медных изделий использовалось литье в формах с последующей доработкой в режиме красного каления металла (600–800 °С). Неясно, с чем связано подобное различие в специфике технологических аспектов поселенческих и погребальных комплексов – их разновременностью или же особым подбором ритуального погребального инвентаря.

**Заключение.** Исследованная серия металлических изделий абашевской культуры Среднего Подонья происходит в основном из погребений, в меньшей степени – из поселений. Она представлена типами орудий, оружия и украшений, характерных для культур ранней фазы Западноазиатской (Евразийской) металлургической провинции. Немногим более половины изделий (51,4%, с учетом Липецкого кургана) изготовлены из низколегированной As-бронзы, в значительно меньшей мере – из сурьяно-мышьяковых сплавов (As до 6,2%; Sb до 0,52%), остальные (48,6%) – из «чистой» меди (в том числе окисленной).

Данные о химическом составе металла абашевских племен Подонья и Южного Урала свидетельствуют о том, что «чистая» медь и мышьяковая бронза поступали на запад из уральских абашевских центров. Часть изделий (наконечник копья, широковислообушный топор), скорее всего, являются на Среднем

Дону импортом из очагов металлообработки синташтинской или сейминско-турбинской культур. В то же время изделия абашевских кузнецов проникали далеко на восток, вплоть до Тургайского прогиба, где в синташтинских погребениях обнаружены топор и наконечник копья несомненно абашевских типов.

Орудия и украшения изготавливали по двум технологическим схемам: 1) ковкой литых полуфабрикатов при низких температурах 250–450 °С или по холодному металлу; 2) получением отливок в формах с последующей доработкой в режиме красного каления металла при 600–800 °С. Первая схема характерна для изготовления орудий из низколегированной мышьяковой бронзы из

погребений (в том числе в синташтинской культуре), а вторая – для медных изделий поселения Отрожка. Различие в специфике технологических аспектов поселенческих и погребальных памятников связано либо с одновременностью комплексов, либо с особым подбором ритуального погребального инвентаря.

Обмен металлом, импорт орудий и оружия, весьма сходная рецептура сплавов, общие морфотипы изделий в производящих центрах от Дона до Урала и Казахстана свидетельствуют о значительной степени интенсивности контактов и связей на ранней стадии формирования Западноазиатской (Евразийской) металлургической провинции.

### Примечание:

<sup>1</sup> См. об истории исследований деревянных сосудов, в том числе с металлическими оковками, в погребениях эпохи раннего металла (Минакова, 2017).

### ЛИТЕРАТУРА

Аганов С.А. Металл степной зоны Евразии в конце бронзового века. Автореф. дисс. ... канд. ист. наук. М.: ИА АН СССР, 1990. 17 с.

Голотвин А.Н., Пряхин А.Д., Казарницкий А.А., Усачук А.Н., Мимоход Р.А., Килейников В.В., Шишлина Н.И., Фернандес Р., Петрова Е.А., Луньков В.Ю. Липецкий курган – памятник элиты доно-волжской абашевской культуры. Липецк, Воронеж: Новый взгляд, 2016. 160 с.

Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с.

Дегтярева А.Д. Металл Кондрашкинского кургана эпохи бронзы // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 1998. № 2. С. 30–38.

Дегтярева А.Д. История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск: Наука, 2010. 162 с.

Дегтярева А.Д. Орудийный комплекс из цветного металла петровской культуры Южного Зауралья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2021. № 4 (55). С. 17–35. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2021-55-4-2>

Дегтярева А.Д., Рындина Н.В. Ножи петровской культуры Южного Зауралья: морфолого-типологическая характеристика // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2020. № 3 (50). С. 17–34. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-2>

Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В., Усманова Э.Р. Металл петровской культуры могильника Новоильиновский 2 (морфология и технология изготовления) // Культуры азиатской части Евразии в древности и средневековье / Отв. ред. Н.А. Аванесова. Самарканд: СамГУ, 2021. С. 236–242.

Логвин А.В., Шевнина И.В. Об одном синташтинском погребальном комплексе могильника Бестамак // Археология Казахстана в эпоху независимости: итоги, перспективы. Т. 1. / Гл. ред. Б.А. Байтанаев. Алматы: Ин-т археологии им. А.Х. Маргулана, 2011. С. 349–359.

Луньков В.Ю. Результаты спектрального анализа металлических предметов из погребений кургана 2 Липецкого могильника // Липецкий курган – памятник элиты доно-волжской абашевской культуры / Отв. ред. А.Н. Усачук. Липецк; Воронеж: Новый взгляд, 2016. С. 59.

Корякова Л.Н., Краузе Р., Пантелеева С.Е., Столярчик Э., Булакова Е.А., Солдаткин Н.В., Рассадников А.Ю., Молчанова В.В., Анкушев М.Н., Молчанов И.В., Якимов А.С., Федорова Н.В., Носкевич В.В. Поселение Коноплянка 2 в Южном Зауралье: новые аспекты исследования // Уральский исторический вестник. 2020. № 4 (69). С. 61–73. DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4\(69\)-61-73](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4(69)-61-73)

Кузьмина О.В. Металлические изделия и вопросы относительной хронологии абашевской культуры // Древние общества юга Восточной Европы в эпоху палеометалла (ранние комплексные общества и вопросы культурной трансформации) / Археологические изыскания. Вып. 63. СПб.: Европейский дом, 2000. С. 65–134.

Кузьмина О.В. Металлические топоры абашевской культуры эпохи бронзы // Древности Восточной Европы, Центральной Азии и Южной Сибири в контексте связей и взаимодействий в евразийском культурном пространстве (новые данные и концепции): Материалы Международной конференции, 18–22 ноября 2019 г., Санкт-Петербург. Т. II. Связи, контакты и взаимодействия древних культур Северной Евразии и цивилизаций Востока в эпоху палеометалла (IV–I тыс. до н. э.). К 80-летию со дня рождения выдающегося археолога В.С. Бочкарева / Отв. ред. А.В. Поляков, Е.С. Ткач. СПб.: ИИМК РАН, Невская тип., 2019. С. 222–225.

Кузьминых С.В., Луньков В.Ю., Орловская Л.Б. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа: серия 2017–2019 гг. // Аналитические исследования лаборатории естественнонаучных методов. Вып. 5 / Отв. ред. Е.Н. Черных, В.И. Завьялов. М.: ИА РАН, 2021b. С. 104–128.

Кузьминых С.В., Сапрыкина И.А., Кичанов С.Е., Медникова М.Б. Комплексное изучение боевого топора абашевской культуры из Мало-Кизильского селища // КСИА. 2021a. Вып. 262. С. 44–57. DOI: <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.262.44-57>

Минакова Е.В. История исследования деревянной посуды из погребений скотоводов Северного Причерноморья эпохи бронзы // Журнал Белорусского государственного университета. История. 2017. № 2. С. 76–82.

Пряхин А.Д. Абашевская культура в Подонье. Воронеж: ВГУ, 1971. 214 с.

Пряхин А.Д. Поселения абашевской общности. Воронеж: ВГУ, 1976. 164 с.

Пряхин А.Д. Погребальные абашевские памятники. Воронеж: ВГУ, 1977. 168 с.

Пряхин А.Д., Беседин В.И., Левых Г.А., Матвеев Ю.П. Кондрашкинский курган. Воронеж: ВГУ, 1989. 20 с.

Пряхин А.Д., Матвеев Ю.П., Беседин В.И. Новостроечные раскопки древних курганов в Воронежской области. Воронеж: ВГУ, 1990b. 15 с.

Пряхин А.Д., Матвеев Ю.П., Разуваев Ю.Д. Усманский курган. Воронеж: ВГУ, 1990a. 26 с.

Пряхин А.Д., Матвеев Ю.П. Курганная группа у хутора Шкарин // Погребальные памятники эпохи бронзы лесостепной Евразии / Отв. ред. В.С. Горбунов. Уфа: БГПИ, 1993. С. 32–50.

Пряхин А.Д., Моисеев Н.Б., Беседин В.И. Селезни 2. Курган доно-волжской абашевской культуры. Воронеж: ВГУ, 1998. 44 с.

Пряхин А.Д., Беседин В.И., Захарова Е.Ю., Саврасов А.С., Сафонов И.Е., Свистова Е.Б. Доно-волжская абашевская культура. Воронеж: ВГУ, 2001. 172 с.

Тихонов Б.Г. Воронежская новостроечная экспедиция // Археологические открытия 1971 года / Отв. ред. Б.А. Рыбаков. М.: Наука, 1972. С. 77–78.

Тихонов Б.Г. Металлургия лесостепных племен междуречья Волги и Дона // Проблемы советской археологии / Ред. В.В. Кропоткин и др. М.: Наука, 1978. С. 86–93.

Черных Е.Н. О металле абашевской культуры // Памятники каменного и бронзового веков Евразии / Отв. ред. О.Н. Бадер. М.: Наука, 1964. С. 97–109.

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

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

Шевнина И.В., Логвин А.В. Могильник эпохи бронзы Халвай III в Северном Казахстане. Астана: Филиал ИА им. А.Х. Маргулана, 2015. 248 с.

Artemyev D.A. and Ankushev M.N. Trace Elements of Cu-(Fe)-sulfide inclusions in Bronze Age copper slags from South Urals and Kazakhstan: ore sources and alloying additions // Minerals, 2019, 9 (12), 746; DOI: <https://doi.org/10.3390/min9120746>

Hansen S. Bronzezeitliche Horte: Zeitliche und Raumliche Rekontextualisierungen // Hort und Raum. Aktuelle Forschungen zu bronzezeitlichen Deponierungen in Mitteleuropa / S. Hansen, D. Neumann, T. Vachta (Eds.). Berlin; Boston: De Gruyter, 2012. Pp. 23–48. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110290257.23>

### Информация об авторах:

Дегтярева Анна Давыдовна, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН (г. Тюмень, Россия); [adeptyareval26@gmail.com](mailto:adeptyareval26@gmail.com)

Кузьминых Сергей Владимирович, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник, Институт археологии РАН (г. Москва, Россия); [kuzminykhsv@yandex.ru](mailto:kuzminykhsv@yandex.ru)

## REFERENCES

- Agapov, S. A. 1990. *Metall stepnoi zony Evrazii v kontse bronzovogo veka (Metal of the Steppe Zone of Eurasia In the Late Bronze Age)*. Thesis of Diss. of Candidate of Historical Sciences. Moscow: Institute of Archaeology, Academy of Sciences of the USSR (in Russian).
- Golotvin, A., Pryakhin, A. D., Kazarnitskii, A. A., Usachuk, A. N., Mimokhod, R. A., Kileinikov, V. V., Shishlina, N. I., Fernandes, R., Petrova, E. A., Lunkov, V. Yu. 2016. In Usachuk, A. N. (ed.). *Lipeckii kurgan – pamiatnik elity dono-volzhskoj abashevskoi kul'tury (Lipetsk Barrow – Monument of the Elite of the Don-Volga Abashevo Culture)*. Lipetsk, Voronezh: “Novyi vzgliad” Publ. (in Russian).
- Grigor’ev, S. A. 2013. *Metallurgicheskoe proizvodstvo v Severnoi Evrazii v epokhu bronzy (Metallurgical Production in Northern Eurasia during the Bronze Age)*. Chelyabinsk: “Tsitsero” Publ. (in Russian).
- Degtyareva, A. D. 1998. In *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii (Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii)* (2), 30–38 (in Russian).
- Degtyareva, A. D. 2010. *Istoriya metalloproizvodstva Yuzhnogo Zaural'ya v epokhu bronzy (History of metal production in the south trans-Urals basin during the Bronze Age)*. Novosibirsk: “Nauka” Publ. (in Russian).
- Degtyareva, A. D. 2021. In *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii (Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii)* 55 (4), 17–35 DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2021-55-4-2> (in Russian).
- Degtyareva, A. D., Ryndina, N. V. 2020. In *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii (Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii)* 50 (3), 17–34 DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-2> (in Russian).
- Degtyareva, A. D., Kuzminykh, S. V., Usmanova, E. R. 2021. In Avanesova, N. A. (ed.). *Kul'tury aziatskoi chasti Evrazii v drevnosti i srednevekov'e (Cultures of the Asian Part of Eurasia in Antiquity and the Middle Ages)*. Samarkand: Samarkand State University, 236–242 (in Russian).
- Logvin, A. V., Shevnina, I. V. 2011. In Baytanaev, B. A. (ed. -in cheif). *Arkheologiya Kazakhstana v epokhu nezavisimosti: itogi, perspektivy (Kazakhstan Archaeology in the Period of Independence: Results and Perspectives)* I. Almaty: Institute of Archaeology named after A. Kh. Margulan, 349–359 (in Russian).
- Lunkov, V. Yu. 2016. In Usachuk, A. N. (ed.). *Lipeckii kurgan – pamiatnik elity dono-volzhskoj abashevskoi kul'tury (Lipetsk Barrow – Monument of the Elite of the Don-Volga Abashevo Culture)*. Lipetsk, Voronezh: “Novyi vzgliad” Publ., 59 (in Russian).
- Koryakova, L. N., Krauze, R., Panteleeva, S. E., Stolyarchik, E., Bulakova, E. A., Soldatkin, N. V., Rassadnikov, A. Yu., Molchanova, V. V., Ankushev, M. N., Molchanov, I. V., Yakimov, A. S., Fedorova, N. V., Noskevich, V. V. 2020. In *Ural'skiy istoricheskiy vestnik (Ural Historical Journal)* 4 (69), 61–73 DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4\(69\)-61-73](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2020-4(69)-61-73) (in Russian).
- Kuzmina, O. V. 2000. In *Drevnie obshchestva iuga Vostochnoi Evropy v epokhu paleometalla (rannie kompleksnye obshchestva i voprosy kul'turnoi transformatsii) (Ancient Societies at the South of Eastern Europe in Palaeometallic Epoch (early complex societies and the issues of cultural transformation))*. Series: Arkheologicheskie izyskaniia (Archaeological Surveys) 63. Saint Petersburg: “Evropeisky dom” Publ., 65–134 (in Russian).
- Kuzmina, O. V. 2019. In Polyakov, A. V., Tkach, E. S. (eds.) *Drevnosti Vostochnoi Evropy, Tsentral'noi Azii i Iuzhnoi Sibiri v kontekste svyazei i vzaimodeistvii v evraziiskom kul'turnom prostranstve (novye dannye i kontseptsii) (Antiquities of Eastern Europe, Central Asia and Southern Siberia in the Context of Relations and Interactions in the Eurasian Cultural Space (New Information and Concepts))* 2. Saint Petersburg: Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences, “Nevskaia Tipografiia” Publ., 222–225 (in Russian).
- Kuzminykh, S. V., Saprykina, I. A., Kichanov, S. E., Mednikova, M. B. 2021. In *Kratkiye soobshcheniya Instituta arkheologii (Brief Communications of the Institute of Archaeology)* 262, 44–57 DOI: <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.262.44-57> (in Russian)
- Kuzminykh, S. V., Lunkov, V. Yu., Orlovskaya, L. B. 2021. In Chernykh, E. N., Zav'yalov, V. I. (eds.). *Analiticheskie issledovaniia laboratorii estestvennonauchnykh metodov (Analytical Studies of the Laboratory of Natural Scientific Methods)* 5. Moscow: Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, 104–128 (in Russian).
- Minakova, E. V. 2017. In *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriia (Journal of the Belarusian State University. History)* 2, 76–82 (in Russian).
- Pryakhin, A. D. 1971. *Abashevskaya kul'tura v Podon'e (The Abashevo Culture in the Don Region)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).
- Pryakhin, A. D. 1976. *Poseleniia abashevskoi obshchnosti (Settlements of the Abashevo Community)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).

Pryakhin, A. D. 1977. *Pogrebal'nye abashevskie pamyatniki (Abashevo Burial Monuments)*. Voronezh: Voronezh University Publ. (in Russian).

Pryakhin, A. D., Besedin, V. I., Levykh, G. A., Matveev, Yu. P. 1989. *Kondrashkinskii kurgan (Kondrashinsky Barrow)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).

Pryakhin, A. D., Matveev, Yu. P., Besedin, V. I. 1990. *Novostroechnye raskopki drevnikh kurganov v Voronezhskoo oblasti (New Construction Excavations of Ancient Burial Mounds in the Voronezh Oblast)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).

Pryakhin, A. D., Matveev, Yu. P., Razuvaev, Yu. D. 1990. *Usmansii kurgan (Usmansky Barrow)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).

Pryakhin, A. D., Matveev, Yu. P. 1993. In Gorbunov, V. S. (ed.). *Pogrebal'nye pamiatniki epokhi bronzy lesostepnoi Evrazii (Burial Monuments of the Bronze Age in Forest-Steppe Eurasia)*. Ufa: Bashkir State Pedagogical Institute, 32–50 (in Russian).

Pryakhin, A. D., Moiseev, N. B., Besedin, V. I. 1998. *Selezni 2. Kurgan dono-volzhskei abashevskoi kul'tury (Selezny 2. Barrow of the Don-Volga Abashevo Culture)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).

Pryakhin, A. D., Besedin, V. I., Zakharova, E. Yu., Savrasov, I. E., Svistova, E. B. 2001. *Dono-volzhskaia abashevskaiia kul'tura (The Don-Volga Abashevo Culture)*. Voronezh: Voronezh State University (in Russian).

Tikhonov, B. G. 1972. In Rybakov, B. A. (ed.). *Arkheologicheskie otkrytiia 1971 g. (Archaeological Discoveries in 1971)* Moscow: "Nauka" Publ., 77–78 (in Russian).

Tikhonov, B. G. 1978. In Kropotkin, V. V., Matyushin, G. N., et al. (eds.). *Problemy sovetskoii arkheologii (Issues of Soviet Archaeology)*. Moscow: "Nauka" Publ., 86–93 (in Russian).

Chernykh, E. N. 1964. In Bader, O. N. (ed.). *Pamiatniki kamennogo i bronzovogo vekov Evrazii (Monuments of the Stone and Bronze Ages of Eurasia)*. Moscow: "Nauka" Publ., 97–109 (in Russian).

Chernykh, E. N. 1970. *Drevneishaia metallurgiiia Urala i Povolzh'ia (Ancient Metallurgy of Ural and Volga Region)*. Series: Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR (Materials and Research in the USSR Archaeology) 172. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).

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

Shevnina, I. V., Logvin, A. V. 2015. *Mogil'nik epokhi bronzy Khalvay III v Severnom Kazakhstane (Bronze Age burial ground Halvay III in North Kazakhstan)*. Astana: The Branch of the Institute of Archaeology in Astana (in Russian).

Artemyev, D. A. and Ankushev, M. N. 2019. Trace Elements of Cu-(Fe)-sulfide inclusions in Bronze Age copper slags from South Urals and Kazakhstan: ore sources and alloying additions In *Minerals*. 9 (12), 746 DOI: <https://doi.org/10.3390/min9120746> (in English).

Hansen, S. 2012. Bronzezeitliche Horte: Zeitliche und Raumliche Rekontextualisierungen // *Hort und Raum. Aktuelle Forschungen zu bronzezeitlichen Deponierungen in Mitteleuropa* / S. Hansen, D. Neumann, T. Vachta (Eds.). Berlin; Boston: De Gruyter, Pp. 23–48. DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110290257.23>.

#### About the Authors:

**Degtyareva Anna D.** Candidate of Historical Sciences. Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch RAS. Malygina 86, Tyumen, 625026, Russian Federation; [adeptyareva126@gmail.com](mailto:adeptyareva126@gmail.com)

**Kuzminykh Sergey V.** Candidate of Historical Sciences. Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences. Dm. Ulyanova Str., 19, Moscow, 117292, Russian Federation; [kuzminykhsv@yandex.ru](mailto:kuzminykhsv@yandex.ru)

Статья поступила в журнал 01.02.2022 г.

Статья принята к публикации 01.04.2022 г.

Авторы внесли равноценный вклад в работу.