

С.В. Кузьминых*, А.Д. Дегтярева**, Е.В. Тигеева**

*Институт археологии РАН
ул. Дм. Ульянова, 19, Москва, 117036
E-mail: kuzminykhsv@yandex.ru

**ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН
ул. Малыгина, 86, Тюмень, 625026
E-mail: anna126@inbox.ru;
tigeelena@mail.ru

МЕТАЛЛОПРОИЗВОДСТВО КРАСНООЗЕРСКОЙ И ИТКУЛЬСКОЙ КУЛЬТУР ТОБОЛО-ИШИМЬЯ

Сопоставлены данные аналитического изучения медных и бронзовых изделий восточного (притобольского) варианта иткульской культуры и красноозерской культуры раннего железного века Тоболо-Ишимья (37 предметов). Металлический инвентарь исследован методами рентгенофлуоресцентного (лаборатория Института археологии РАН) и металлографического (Тюменский научный центр СО РАН) анализов. Прослежены основные векторы историко-металлургических контактов красноозерских племен и восточной группы иткульских племен — связи с восточными, рудноалтайскими металлопроизводящими центрами, откуда шла оловянная и оловянно-мышьяковая лигатура. Западные, гумшешевские сырьевые источники меди имели небольшое значение только для восточных иткульских племен, к красноозерским племенам эта медь совсем не поступала. Относительно слабые контакты отмечаются и с саянскими центрами, откуда доставлялось небольшое количество мышьяковых бронз в виде слитков и готовых изделий. В самом начале раннего железного века в восточном Притоболье и Приишимье для изготовления орудий труда и оружия преимущественно использовали технологии литья из искусственных низколегированных оловянно-мышьяковых и оловянных бронз. Ковка как способ получения готовых изделий практиковалась в единичных случаях.

Ключевые слова: *Западная Сибирь, ранний железный век, металлопроизводство, историко-металлургические контакты.*

DOI: 10.20874/2071-0437-2017-39-4-037-050

Предметом исследования явились бронзовые и медные изделия, происходящие из поселенческого комплекса раннего железного века Мергень 6 (20 экз.; красноозерская культура, Нижнее Приишимье), а также памятников восточного (притобольского) варианта иткульской культуры (18 экз.). Многослойное поселение Мергень 6 исследовалось В.А. Захом в 1990, 2004 гг., С.Н. Скочиной в 2002, 2008 гг. [Зах и др., 2008, с. 177–179; Зими́на, Скочина, 2008, с. 187–189]. Памятник содержал материалы от эпохи неолита до средневековья включительно. Значительная группа древностей, в том числе серия бронзовых орудий, происходит из слоя красноозерской культуры. Материалы частично опубликованы О.Ю. Зиминой и С.Н. Скочиной [Зими́на, Скочина, 2008; Зими́на, 2015]¹. Анализ красноозерских керамических серий по ряду данных показал, что они довольно близки к комплексам поздней группы поселений Прииртышья — Инберень VI и Алексеевка XIX. При этом исследователи выявили в керамической коллекции Мергень 6 своеобразную группу керамики смешанного облика, сочетающей черты красноозерской и иткульской культур, и фрагменты типичной иткульской и гамаюнской посуды [Зими́на, 2015, с. 51–52]. В Прииртышье поздняя группа красноозерских памятников типа Инберень VI, Инберень VII, Алексеевка XIX датирована VIII–VII вв. до н.э. [Абрамова, Стефанов, 1985, с. 123–128] или VIII–VI вв. до н.э. [Татауров, Шерстобитова, 2008, с. 91; Шерстобитова, 2010].

Химический состав цветного металла определен методом рентгенофлуоресцентного анализа, произведенного в лаборатории Института археологии РАН. Металлографический анализ осуществлен в лаборатории Института проблем освоения Севера ТюмНЦ СО РАН с учетом созданной базы данных и эталонов медных, оловянных, мышьяковых, многокомпонентных бронз. При проведении структурного анализа задействованы микроскоп Axio Observer D1m

¹ Авторы выражают искреннюю признательность В.А. Заху и С.Н. Скочиной за предоставленную возможность аналитического изучения и публикации коллекции бронзовых изделий пос. Мергень 6.

(Zeiss) с фиксацией цветных структур с высокой разрешающей плотностью и при большом увеличении посредством цифровой камеры Axio Cam на компьютере.

Коллекция металлических изделий красноозерской культуры поселения Мергень 6 насчитывает 20 экз.: это ножи (8 экз.), пробойник, наконечники стрел (2 экз., один из которых полностью прокоррозирован), литник, небольшие слитки (8 экз.) (рис. 1). **Ножи** относятся к типу однолезвийных, двух групп: слабо изогнутых и прямых. Первая представлена экземпляром с изогнутой спинкой и лезвием, подтреугольным в сечении, невыделенной рукоятью, скошенным острием (рис. 1, 1). Нож имитирует степные раннекочевнические образцы, но, судя по массивному навершию, выполнен грубо. Длина изделия 19,7 см, ширина лезвия 2,7 см, вес 95 г. Ножи второй группы — с прямой и в одном случае с горбатой спинкой, прямым или слабо изогнутым лезвием, подтреугольным в сечении, выделенной рукоятью с уступом при переходе к лезвию (2 экз. представлены фрагментами лезвия) (рис. 1, 2–8). У одного из ножей намечено «хвостатое» острие (рис. 1, 3). На рукояти двух ножей имеются литейные дефекты — на одном не сбит литник, на другом не долита верхняя часть рукояти (рис. 1, 2, 6). Длина ножей в пределах 10,5–14,3 см, ширина лезвия 1,4–2,5 см, вес 24–53 г. **Пробойник** представляет собой достаточно массивное изделие, квадратное в сечении, у острия — овальное, длина 11,2 см, вес 21 г (рис. 1, 9). На обушке изделия находятся закругленные остатки литника в виде шляпки. В коллекции имеются также **наконечники стрел** с ромбовидным и листовидным пером (2 экз.), с утраченной выступающей частью втулки, длина до 2,4 см, ширина пера 1,5 см, вес 2–6 г (рис. 1, 10, 11). **Литник**, весом 26 г, получен, вероятнее всего, при литье ножа (рис. 1, 12). **Слитки** — небольшие изделия весом 2–18 г, относятся к категории рафинированных, посторонние включения отсутствуют (рис. 1, 13–20).

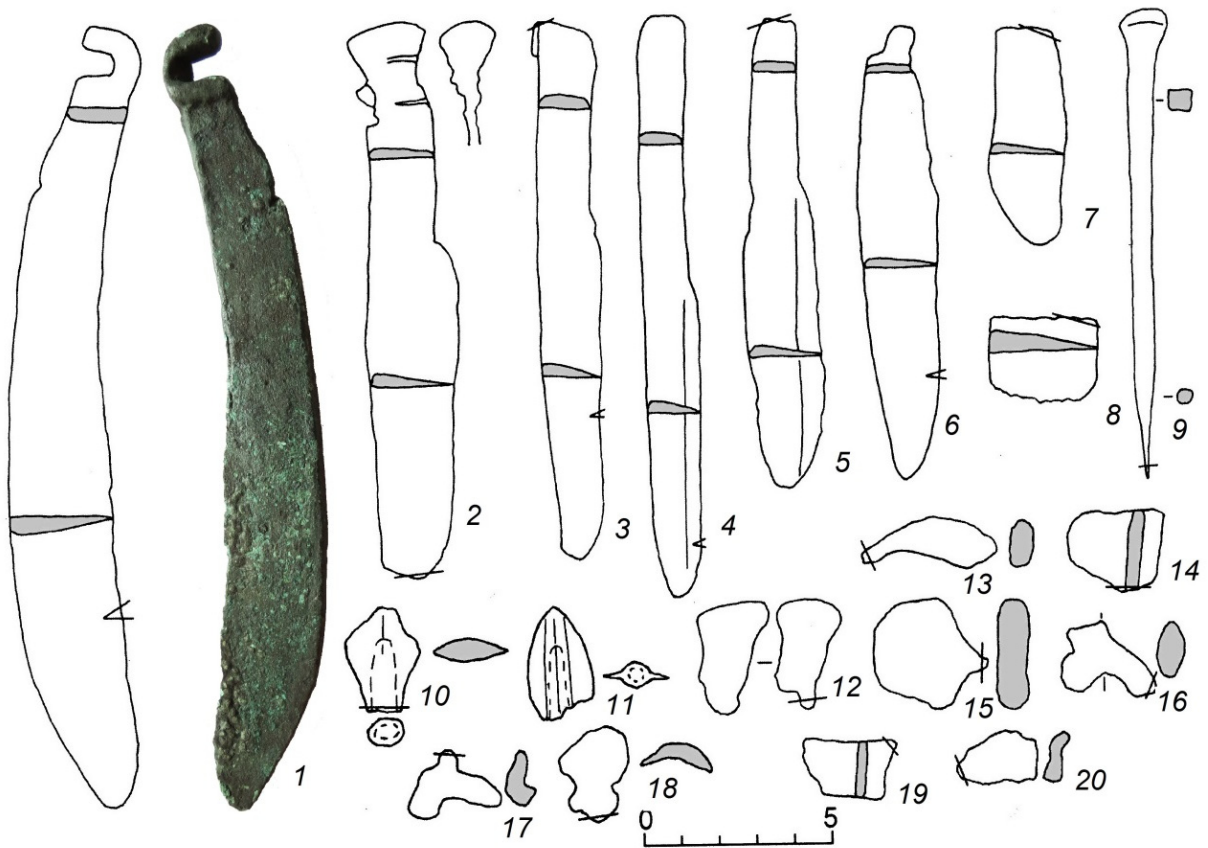


Рис. 1. Металлические изделия красноозерской культуры поселения Мергень 6: 1–8 — ножи (ан. 1339, 1340, 1347, 1341, 1348, 1349, 1350); 9 — пробойник (ан. 1346); 10–11 — наконечники стрел (ан. 1354); 12 — литник (ан. 1352); 13–20 — слитки (ан. 1353, 1357, 1343, 1344, 1342, 1345, 1355, 1356). Шлифы изготовлены: 1–9 — на поперечных сечениях рабочей части; 10 — на сечении втулки; 12–20 — на поперечном сечении изделий.

**Результаты рентгенофлуоресцентного анализа памятников раннего железного века
Притоболья и Приишимья**

№	Предмет	№ рис.	№ спектр. ан.	№ структур. ан.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Поселение Мергень 6																
1	Нож	1, 7	50108	1338	Осн.	5,5	0,39	0,51	0,06	0,05	0,11	0,56	0,11	0,02	—	—
2	Нож	1, 2	50109	1339	Осн.	0,68	0,16	0,28	0,05	0,06	0,09	0,11	0,12	—	—	—
3	Нож	1, 3	50110	1340	Осн.	0,29	0,11	0,13	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	—	—	—
4	Нож	1, 5	50111	1341	Осн.	—	0,13	0,03	0,06	0,05	0,07	0,91	0,07	—	—	—
5	Слиток	1, 17	50112	1342	Осн.	1,01	0,25	0,25	0,05	0,04	0,11	0,2	0,11	0,01	—	—
6	Слиток	1, 15	50113	1343	Осн.	2,88	0,55	0,25	0,06	0,05	0,07	0,27	0,13	—	—	—
7	Слиток	1, 16	50114	1344	Осн.	7,9	1,15	0,25	0,06	0,06	0,13	0,65	0,06	0,01	—	—
8	Слиток	1, 18	50115	1345	Осн.	7,9	1,15	0,21	0,06	0,06	0,13	0,65	0,06	0,01	—	—
9	Пробойник	1, 9	50116	1346	Осн.	0,19	0,17	0,08	0,03	0,06	0,5	0,24	0,09	0,04	—	—
10	Нож	1, 4	50117	1347	Осн.	1,45	0,41	—	0,06	0,04	0,15	0,58	0,06	0,02	—	—
11	Нож	1, 6	50118	1348	Осн.	1,86	0,25	0,23	0,05	0,04	0,08	0,22	0,1	0,02	—	—
12	Нож	1, 7	50119	1349	Осн.	0,23	0,26	—	0,1	0,07	0,14	0,64	0,14	0,02	—	—
13	Нож	1, 8	50120	1350	Осн.	0,91	0,41	—	0,09	0,06	0,11	0,21	0,12	—	—	—
14	Литник	1, 12	50121	1352	Осн.	0,82	0,23	0,3	0,04	0,04	0,09	0,22	0,13	—	—	—
15	Слиток	1, 13	50122	1353	Осн.	3,88	0,47	0,11	0,08	0,05	0,11	0,28	0,13	—	—	—
16	Стрела	1, 10	50123	1354	Осн.	4,82	0,09	—	0,06	0,05	0,16	0,1	0,06	—	—	—
17	Слиток	1, 19	50124	1355	Осн.	3,56	2,03	0,53	0,14	0,09	0,32	0,33	<0,05	0,03	—	—
18	Слиток	1, 20	50125	1356	Осн.	1,31	0,44	0,35	0,05	0,04	0,17	0,29	0,1	0,01	—	—
19	Слиток	1, 14	50126	1357	Осн.	0,01	0,14	0,52	0,03	0,03	0,05	0,15	0,05	0,03	—	—
Городище Вак-Кур 2																
20	Сплекс	4, 16	50462	1503	Осн.	2,73	0,1	—	0,05	0,04	0,08	0,08	0,37	0,02	—	—
21	Слиток	4, 9	50463	1504	Осн.	2,72	0,06	0,43	0,02	0,03	0,04	0,06	0,16	0,02	—	—
22	Подвеска	4, 6	50464	1505	Осн.	—	0,12	—	0,05	0,05	0,04	0,15	0,19	—	—	—
23	Заготовка	4, 10	50465	1506	Осн.	0,43	0,08	—	0,03	0,03	0,04	0,07	0,15	—	—	—
24	Орнито-морфное изделие	4, 7	50466	1507	Осн.	—	0,07	0,1	0,04	0,05	0,11	0,19	0,23	—	—	—
25	Заготовка	4, 11	50467	1508	Осн.	3,06	0,12	0,12	0,05	0,04	0,05	0,45	0,11	—	—	—
26	Стрела	4, 3	50468	1509	Осн.	0,97	0,18	—	0,05	0,03	0,05	0,03	0,23	—	—	—
Городище Карагай-Аул 1/Б																
27	Сплекс	4, 15	50469	1510	Осн.	7,9	0,12	—	0,07	0,05	0,06	0,65	0,15	—	—	—
28	Слиток	4, 13	50470	1511	Осн.	0,09	0,07	0,21	0,03	0,04	0,05	0,24	0,1	0,01	—	—
29	Слиток	4, 14	50471	1512	Осн.	0,06	0,1	0,03	0,05	0,05	0,07	0,38	0,1	—	—	—
30	Шило	4, 2	50472	1513	Осн.	0,07	0,1	0,17	0,06	0,05	0,07	0,69	0,05	0,01	—	—
Поселение Юртоборский Мост 3																
31	Слиток	4, 8	50473	1514	Осн.	0,09	0,07	—	0,04	0,04	0,03	0,02	0,06	—	—	—
Поселение Калачик 3																
32	Стрела	4, 4	50474	1515	Осн.	—	0,06	0,23	0,02	0,02	0,01	0,01	0,14	0,03	—	—
Городище Антонова Старица																
33	Нож	4, 1	50475	1516	Осн.	1,08	0,14	—	0,14	0,13	0,25	0,45	0,43	0,03	—	—
34	Стрела	4, 3	50476	1517	Осн.	—	0,07	—	0,03	0,03	0,06	0,05	1,51	—	—	—
Городище Усть-Терсюк 8																
35	Сплекс	4, 18	50477	1518	Осн.	0,16	0,08	—	0,04	0,07	0,12	0,24	0,21	0,08	—	—
36	Сплекс	4, 17	50478	1519	Осн.	0,43	0,09	0,44	0,03	0,07	0,19	1,79	0,09	0,08	—	—
37	Пластина	4, 12	50479	1520	Осн.	0,19	0,46	—	0,1	0,09	0,25	0,02	0,18	—	—	—

Металл красноозерской культуры поселения Мергень 6 неоднороден по составу, представлен только искусственными сплавами — четырьмя металлургическими группами на основе меди: оловянно-мышьяковой, мышьяковой, оловянной бронзами, сложнoleгированным сплавом с лигатурой Sn-Pb-As (табл. 1, рис. 2). Изделия из чистой меди в коллекции отсутствуют. Численно преобладает группа комплексной оловянно-мышьяковой бронзы (15 экз.; 78,9 % выборки). Содержание легирующих компонентов невысокое — концентрации олова в пределах 0,19–7,9 %, мышьяка — 0,11–0,65 %. Два предмета относятся к категории мышьяковых бронз с содержанием As 0,15–0,9 % (10,5 % от общего количества изделий). По одному изделию изготовлено из оловянной бронзы (5,3 %; содержание олова 0,29 %) и оловянно-свинцово-мышьяковой бронзы (5,3 %; концентрации Sn 3,56 %, Pb 2 %, As 0,33 %). Большинство изделий имеют также повышенные концентрации цинка — от 0,1 до 0,53 %, свинца — от 0,1 до 1 %. По распределению металлургических групп металл пос. Мергень 6 имеет определенные черты сходства с металлокомплексами городищ Инберень VI, Чича 1, Усть-Барсуцкого поселения (предкулайский период), а также могильника Измайловка в Среднем и Верхнем Прииртышье [Кузьминых, Дегтярева, 2015, рис. 1, с. 59; Дегтярева, Куз-

нецова, 2015, с. 115]. Металлические предметы могильника Измайловка представлены как погребальным инвентарем, так и кладом изделий конской упряжи, найденным внутри и снаружи ограды 17. Комплексы датированы А.С. Ермолаевой концом эпохи бронзы и переходным периодом к раннему железному веку [2012, с. 116–122]. Могильник Измайловка, а также поселение Новошувльбинское IX (с керамикой финала эпохи бронзы и раннего железного века) находятся практически на территории Вавилонского рудного поля Рудно-Алтайского горно-металлургического центра с комплексными полиметаллическими рудами, в том числе медноколчеданными, свинцово-цинковыми, окисленными медными залежами [Берденов и др., 2004; Штельнер и др., 2009]. Именно алтайский очаг в финале эпохи бронзы и начале раннего железного века являлся основным поставщиком как оловянно-мышьяковой, так и оловянной бронзы в удаленные регионы, в основном на север (вплоть до Нижнего Приобья) и на запад и северо-запад (вплоть до Волго-Камья).

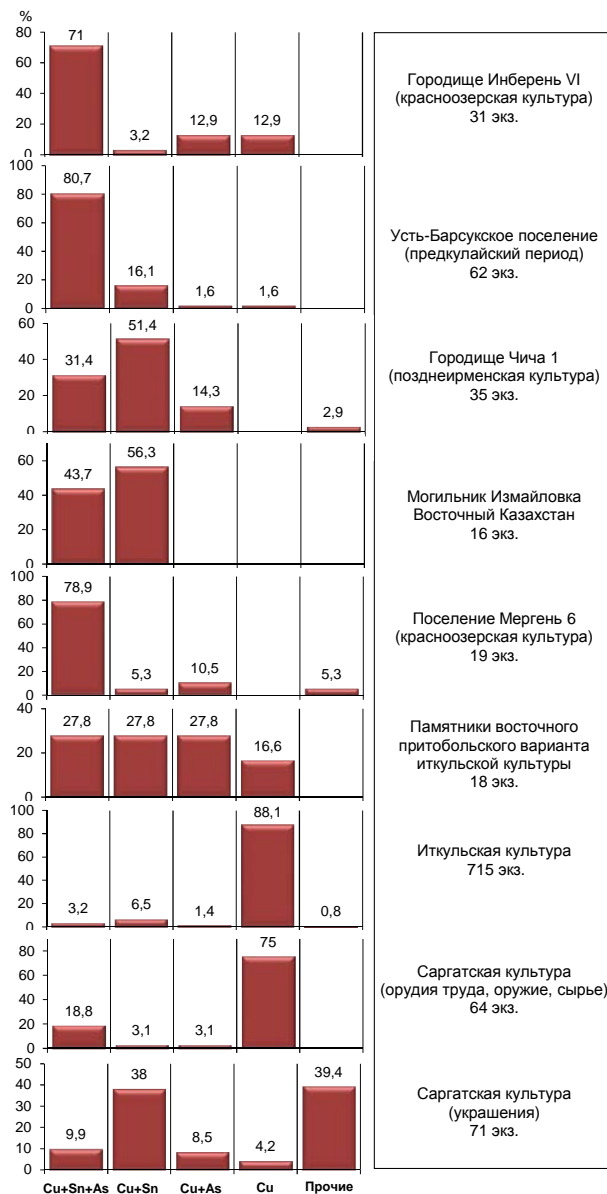


Рис. 2. Гистограммы распределения металлургических групп по культурам и памятникам раннего железного века Урала, Западной Сибири, Казахстана.

Орудия труда — ножи, пробойник выполнены литьем в односторонние литейные формы с плоскими крышками из низколегированной оловянной или оловянно-мышьяковой бронзы с concentra-

циями Sn, не превышающими 5,5 %, As — 0,64 %. Лишь в одном случае использовалась мышьяковая бронза с содержанием мышьяка 0,9 %. Отливки в большинстве случаев получены точные и качественные с достаточно плотным металлом без избыточного количества посторонних сульфидных примесей. Лишь при литье трех орудий неверно рассчитан объем заливаемого жидкого расплава. Избыток заливаемого в форму металла привел к образованию грибовидных литников у завершения рукояти ножа и на обушке пробойника (ан. 1339, 1346). В одном случае при явном заниженном объеме расплава не была полностью отлита рукоять ножа, посредством литья был сформирован только небольшой выступающий шпенек (ан. 1348). Полученные отливки ножей, пробойника доработаны минимальной косметической ковкой в районе лезвийной кромки с обжатием металла порядка 20 % в большинстве случаев в режиме неполной горячейковки при температуре 300–500 °С (ан. 1338–1340, 1347; рис. 3, 1–3). Основной корпус орудий и рукоять деформацией не были затронуты (ан. 1341). На характер доработочных операций указывают наличие практически не затронутой деформирующим воздействием литой дендритной структуры, а также отдельных рекристаллизованных участков с мелкими зернами диаметром 0,01–0,02 мм, замеры микротвердости металла. Три ножа (два из которых представлены фрагментами лезвийной части) прокованы по холодному металлу с промежуточными низкотемпературными отжигами (ан. 1348–1350). Рабочая часть пробойника доработана также холодной ковкой с довольно существенным обжатием металла 60–70 % (ан. 1346; рис. 3, 4). Единственный проанализированный наконечник стрелы отлит из оловянно-мышьяковой бронзы (Sn 0,8 %; As 0,1 %) в двусторонней литейной форме со вставным вкладышем (ан. 1354; рис. 3, 5). Полученная отливка доработке не подвергалась.

Микроструктурно исследованы также литник и 8 мелких слитков, отлитых преимущественно из оловянно-мышьяковой бронзы с концентрациями олова 0,8–7,9 %, мышьяка 0,2–0,65 %. По одному экземпляру получено из многокомпонентной бронзы с лигатурой Sn-Pb-As (3,5; 2,0; 0,33 % соответственно; ан. 1355) и мышьяковой меди с примесью мышьяка 0,15 % (ан. 1357). Все слитки относятся к категории рафинированных, отлитых в тиглях, без посторонних включений, с мелкодендритной структурой, не нарушенной деформирующим воздействием (рис. 3, 6, 7). Особенно микроструктурных данных трех слитков свидетельствуют об использовании длительных высокотемпературных гомогенизационных отжигов при температуре 800–850 °С, приведших к выравниванию структур с исчезновением дендритной ликвации, включений эвтектоида $\alpha + \text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ и образованию крупных полиэдров диаметром 0,1–0,2 мм (ан. 1342, 1345, 1356; рис. 3, 8).

Иткульская археологическая культура раннего железного века (VIII/VII–III вв. до н.э.) локализована в горно-лесном и лесостепном Зауралье (бассейны рек Тавды, Исети, Миасса, Тобола) и в горно-лесном Приуралье (бассейны рек Уфы, Ая, Чусовой) [Берс, 1954; Сальников, 1961; Стоянов, 1970; Бельтикова, 1993]. Наряду с западным (уральским) в ней выделен восточный (притобольский) вариант [Зими́на, Зах, 2009], в котором вместе со скотоводством заметную роль играли охота и рыболовство, а металлообработка в отличие от уральской метрополии была явно на вторых ролях. По мнению В.А. Борзунова, древности культуры разнородны и представляют собой остатки трех различных культурных образований: иткульской культуры, или культуры горняков и металлургов горно-лесного Зауралья; культуры смешанного иткульско-гамаюнского или гамаюнско-иткульского населения с керамикой «второго иткульского типа» в горно-лесных, лесных равнинных и отчасти лесостепных районах Зауралья; культуры населения лесного и лесостепного Притоболья с керамикой «второго иткульского», карагай-аульского и вак-куровского типов [2014, с. 234]. Вторую из этих культур В.А. Борзунов предлагает называть исетской, а третью (притобольскую) — юртоборской [Там же, с. 235]. В настоящей работе мы придерживаемся традиционной трактовки иткульской культуры, полагая, что решение данной проблемной ситуации требует сначала полноценного изучения керамических коллекций всех трех культурных образований, выявления их генезиса и взаимодействия носителей этих образований, а уж затем их размежевания.

Притобольская восточная коллекция металла в отличие от уральского очага представлена незначительной коллекцией металла — в основном мелкими изделиями (слитки, сплески), а также ножом, наконечниками стрел (3 экз.), шилом, зеркалом (?) и заготовками (бруски, пластины; рис. 4). Всего исследовано 18 образцов изделий из слоя городищ Вак-Кур 2, Карагай-Аул 1/Б, Антонова Старица 1, Усть-Терсюк 8, поселений Юртоборский Мост 3, Калачик 3 [Зими́на, Зах, 2009]².

² Выражаем признательность О.Ю. Зиминой, И.Ю. Чикуновой, А.В. Гордиенко за предоставленную возможность использовать неопубликованные материалы городищ Антонова Старица 1, Усть-Терсюк 8, поселения Калачик 3.

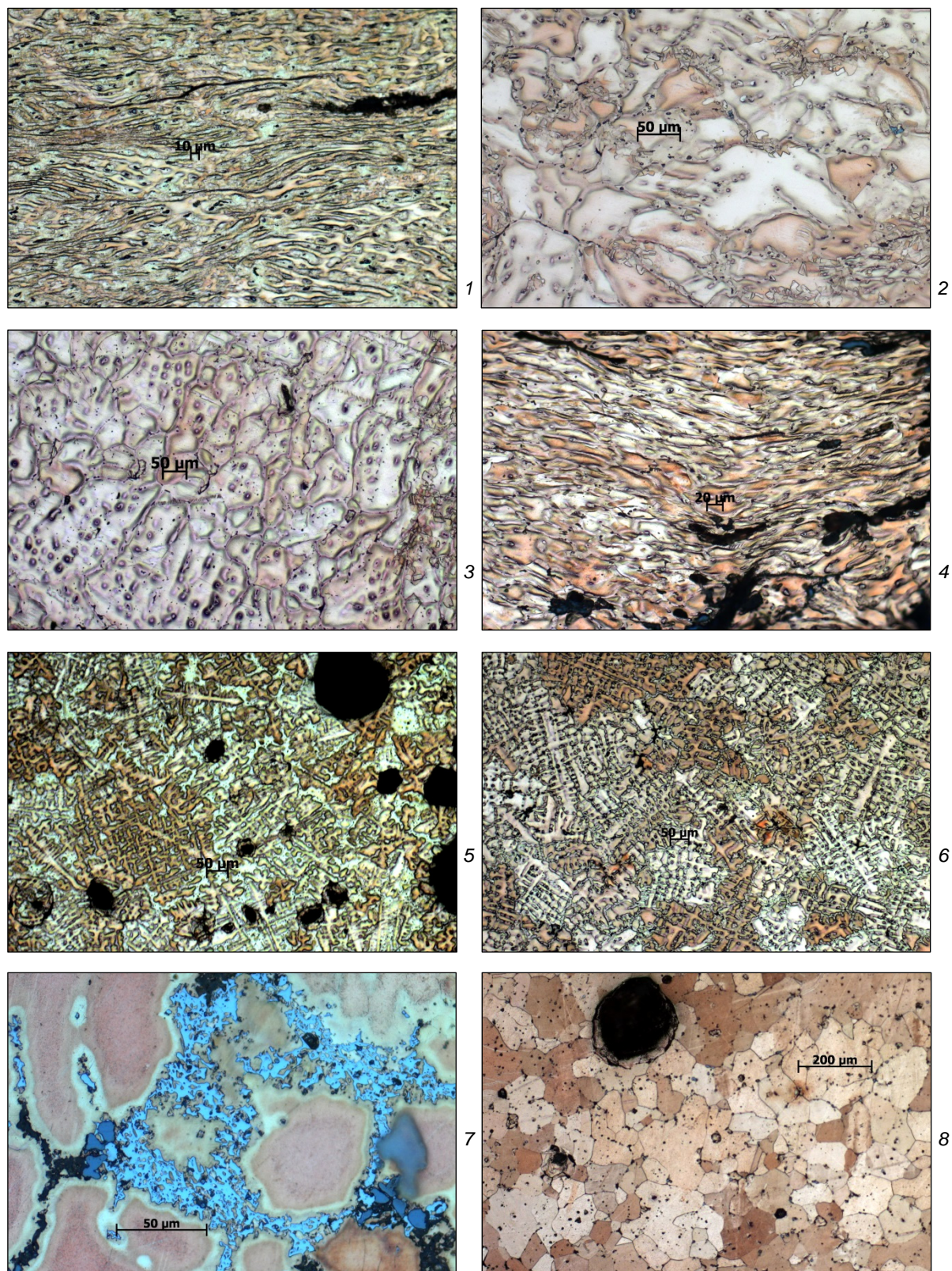


Рис. 3. Фотографии микроструктур изделий красноозерской культуры поселения Мергень 6 (1–5, 8 — увел. 200; 6 — увел. 100; 7 — увел. 500):

1–3 — ножи (ан. 1338, 1339, 1340; 1, 2 — срез лезвия; 3 — срез рукояти); 4 — пробойник (ан. 1346, срез рабочей части); 5 — наконечник стрелы (ан. 1354, срез втулки); 6–8 — плитки (ан. 1343, 1344, 1342, поперечные срезы).

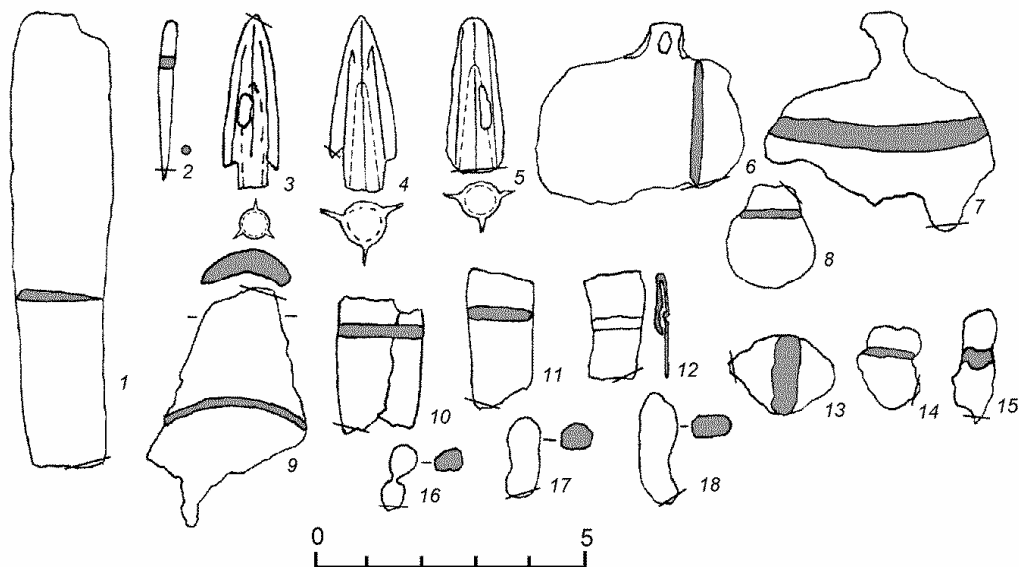


Рис. 4. Металлические изделия восточного (притобольского) варианта иткульской культуры, подвергнутые металлографическому анализу (секущими линиями показаны срезы на шлифы): 1 — нож (ан. 1516); 2 — шило (ан. 1513); 3–5 — наконечники стрел (ан. 1509, 1515, 1517); 6 — зеркало (ан. 1505); 7 — орноморфное изделие (ан. 1507); 8, 9, 13–18 — слитки, сплески (ан. 1514, 1504, 1511, 1512, 1510, 1503, 1519, 1518); 10–12 — полосовые заготовки, пластина (ан. 1506, 1508, 1520): 1, 5 — Антонова Старица 1; 2, 13, 14, 15 — Карагай Аул 1/Б; 3, 6, 7, 9, 10, 11, 16 — Вак-Кур 2; 4 — Калачик 3; 8 — Юртоборский Мост 3; 12, 17, 18 — Усть-Терсюк 8.

Металл, происходящий из памятников восточного (притобольского) варианта иткульской культуры, по составу кардинально отличается от аналитической выборки серий уральских производящих центров и в то же время близок составу металла красноозерской культуры поселения Мергенъ 6. В восточном иткульском металле доминируют искусственные бронзы — оловянные (27,8 %), оловянно-мышьяковые (27,8 %), мышьяковые (27,8 %; рис. 2). К группе металлургически «чистой» меди относятся всего 4 предмета — наконечник стрелы, подвеска, орноморфное изделие, слиток. По распределению рецептов сплавов притобольский металл более сходен с цветным металлом красноозерской, позднеирменской, предкулайской и кулайской культур (рис. 2). Можно предполагать, что искусственные и естественные сплавы поступали в металлообрабатывающие центры этих культур и притобольского варианта иткульской культуры из горно-металлургических центров Рудного Алтая и Центрального Казахстана, с которыми их связывали транспортные артерии — речные системы Иртыша, Ишима, Оби и сухопутные трансевразийские маршруты торговли и обмена оловом, бронзами и медью. Как выясняется, поставки уральского металла (слитки и готовые изделия) были здесь существенно менее значимыми. Однако гумшевская медь, которая достаточно легко опознается по результатам микроструктурного исследования по соответствующим маркерам — наличию включений эвтектики Cu–Cu₂O, а также сульфидов ярко-синего цвета, хотя и в небольшом объеме, поставлялась восточным соплеменникам.

С целью уточнения качественной и количественной характеристики многочисленных и крупных включений в изделиях, изготовленных из чистой окисленной иткульской меди, был произведен микрорентгеноспектральный анализ различных фаз на заполированных шлифах на микронзондовом анализаторе Camebax SX50 (W%) на кафедре минералогии МГУ им. М.В. Ломоносова канд. геол.-минерал. наук И.А. Брызгаловым. Результаты анализов зафиксировали значительную чистоту меди α-фазы, в то время как включения содержат значительные концентрации серы (11,6–17,6 %), а также мышьяка (0,2–0,4 %) и железа (0,1–0,3 %), что довольно необычно для меди подобного состава (рис. 5, табл. 2). На образцах, содержащих подобные сульфидные соединения системы Cu–As–Fe–S, количество включений эвтектики Cu–Cu₂O и соответственно кислорода минимально.

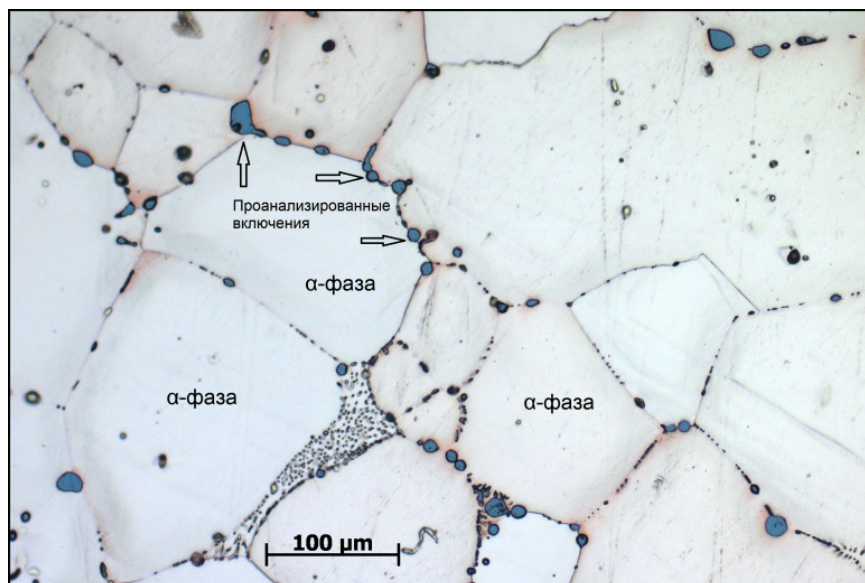


Рис. 5. Фотография микроструктуры слитка, проанализированного на анализаторе Camebax SX50 (ан. 1492, увел. 300).

Таблица 2

Результаты микрорентгеноспектрального анализа на анализаторе Camebax SX50 (W%)

№	Фаза	№ анализа	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au	S
1	α-фаза	1492-56	100,0374	0,0135	0	0	0	0,0587	0	0	0,0107	0	0	0	0,025
2	α-фаза	1492-57	99,895	0,0044	0	0,005	0	0	0	0	0,0133	0	0	0	0,013
3	α-фаза	1492-58	101,2735	0,0441	0	0,061	0,0748	0,0013	0,0429	0	0,0101	0	0	0	0,017
4	включение	1492-59	78,1622	0	0	0,047	0	0,0538	0,0469	0,4048	0,3894	0,024	0	0	11,68
5	включение	1492-60	76,883	0,0324	0	0	0	0,1319	0,0013	0,2549	0,288	0	0	0,0424	16,89
6	включение	1492-61	77,4664	0,0031	0	0,002	0	0,1274	0	0,2442	0,1942	0	0,022	0	17,61

В современной металлургии прибегают к предварительной сульфидизации окисленных медных минералов, поскольку они относятся к категории труднообогатимых или упорных руд [Комбинированные методы..., 1970, с. 7]. Этот способ переработки окисленных медных руд включает сульфидизацию шихты, составленной из окисленной медной руды, серосодержащего материала (сульфидизатора) и кокса. Полученный агломерат подвергают дроблению, измельчению и последующему флотационному обогащению с выделением медного концентрата. Сульфогломерацию проводят в течение 15–35 мин при температуре 1200–1400 °С.

Подобные процессы сульфидной медной плавки впервые открыла и описала Н.В. Рындина с соавторами на примере металла энеолитических памятников Гумельница и Варна на территории Болгарии [Ryndina et al., 1999, p. 1059–1068]. Выводы авторов были подтверждены как данными микроскопического исследования, так и результатами МРСА на приборе Самеса, который показал, что металл группы изделий был обогащен сульфидами меди и железа. Кроме того, были исследованы стенки тиглей, на которых обнаружены остатки как халькозина в смеси с малахитом и купритом, так и сульфидов цинка, свинца. В составе шлака обнаружены фаялит, магнетит, гематит. Это дало исследователям возможность предположить, что уже в эпоху энеолита на Балканах применялась выплавка меди из смешанных окисленных и сульфидных руд, в процессе которой в результате горения сульфидов удаляется сера, при взаимодействии оксидов меди с углеродом и сульфидами меди происходит восстановление меди. Сульфидные включения в чистой окисленной меди обнаружены нами ранее также на микроструктурах слитков пос. Кулевчи 3 петровской культуры, что свидетельствует о совместной плавке окисленных и сульфидных руд в начале эпохи поздней бронзы Южного Зауралья [Дегтярева и др., 2001, с. 49–52]. Таким образом, мы вполне допускаем вероятность преднамеренного внесения металлургами иткульской культуры в шихту наряду с окисленными минералами и кусков сульфид-

Металлопроизводство красноозерской и иткульской культур Тоболо-Ишимья

ной руды в качестве раскислителей — вероятнее всего, арсенопирита (FeAsS), халькопирита (CuFeS_2) для облегчения процесса плавки и уменьшения количества кислорода в меди.

В химико-металлургическом плане иткульская аналитическая выборка является по сути однородной — свидетельством тому явное доминирование в ней металлургически «чистой» меди. При сравнении распределения сплавов в металле сопредельных культур раннего железного века по обе стороны Урала (рис. 2) наибольшее сходство с иткульским обнаруживает металл прохоровской и частично савроматской культуры [Барцева, 1987, с. 73; 1993], кара-абызской [Кузьминых, 1983, с. 51], гороховской и саргатской [Кузьминых, 2009, рис. 5] культур, а также таежных культур ананьинского мира — шнуровой и гребенчато-шнуровой керамики [Кузьминых, 1983, табл. 1, 2]. В этих культурах на производство орудий и оружия также в основном шла металлургически «чистая» медь. Но в отличие от иткульской в сопредельных культурах при изготовлении украшений, культовых и иных категорий предметов предпочтение отдавалось оловянным и оловянно-мышьяковым бронзам, а также латуни. В целом же, и об этом уже приходилось писать [Кузьминых, 1993; 2009, с. 209–210], металл уральского (иткульского) происхождения — как сама продукция (наконечники стрел, ножи, котлы и др.), так и сырье — являлись базовыми для металлообработки лесостепных и степных культур Западной Сибири (от Урала до Тобола) и Приуралья. Часть иткульской меди, несомненно, поступала и в Прикамье, в производственные центры таежных культур ананьинского мира [Кузьминых, 1993, рис. 38].

Восточнее Тобола (в том числе в восточных иткульских памятниках) — в Приишимье, Обь-Иртышском междуречье в наследие от позднебронзовой эпохи сложилась ориентация на иные рудные источники. На Западно-Сибирскую равнину медь, оловянные и оловянно-мышьяковые бронзы поступали из Рудного Алтая и Центрального Казахстана. Эти сплавы доминируют как в начале раннего железного века — в позднеирменских, красноозерских и предкулайских мастерских, восточно-казахстанском металлопроизводящем центре (Чича-I, Инберень VI, Усть-Барсуksкое, Измайловка и др.), так и в последующие периоды той эпохи, причем и в таежных культурах — гамаюнской, белоярской, калинкинской, кулайской, и в лесостепных — богочановской, большереченской (на ближнеелбанском этапе). На востоке региона, в памятниках томского варианта кулайской общности, в отличие от сургутского и новосибирского вариантов, основу коллекций составляют изделия из саянской мышьяковой и «чистой» меди [Кузьминых, 2009, с. 209, рис. 5; 2015, с. 127, 128].

С целью сопоставления особенностей металлопроизводства уральского ядра культуры и ее восточного варианта металлографически проанализировано 18 изделий (рис. 7). Орудийный комплекс малочисленен: нож, шило, наконечники стрел (3 экз., рис. 4, 1–5). Для изготовления этих предметов использовалась легированная бронза — оловянно-мышьяковая (нож, ан. 1516), мышьяковая (шило, ан. 1513), оловянная (наконечник стрелы, ан. 1509), а также чистая окисленная и сульфидная медь (2 экз. наконечников стрел; ан. 1515, 1517). Нож и наконечники стрел отлиты в формах (односторонней с плоской крышкой, трехстворчатых с вкладышем) без последующей кузнечной доработки (ан. 1516, 1515, 1517; рис. 6, 2, 3). По микроструктурным данным одного наконечника стрелы зафиксировано использование незначительной холоднойковки лезвийной кромки, после чего изделие было подвергнуто гомогенизационному отжигу при 800–900 °С с целью разупрочнения металла после холоднойковки (отсутствие дендритов, оплавленность границ крупных полиэдров с двойниковыми образованиями диаметром до 0,4 мм; ан. 1509, рис. 8, 4). Шило сформовано в процессе холоднойковки с низкотемпературными отжигами 400–500 °С (ан. 1513).

Два украшения — зеркало и орнитоморфное изделие отлиты в формах из чистой окисленной меди, при этом жидкий расплав не был предохранен от чрезмерного окисления металла (ан. 1505, 1507; рис. 6, 5, 6). Высокое содержание кислорода — до 0,4–0,5 % явилось причиной образования вязкого сплава, не способного заполнить все углубления матрицы (наличие темносиних первичных дендритов Cu_2O на фоне литой полиэдрической структуры с включениями эвтектики $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$). Видимо, по этой причине изделия являлись литейным браком, поскольку их контуры не завершены литьем.

Полосовые бруски (2 экз.) и пластина изготовлены из легированной оловом (ан. 1506, 1520) и оловянно-мышьяковой (ан. 1508) бронзы в процессе холоднойковки с высокими степенями обжатия 80–90 %, которая сопровождалась промежуточными и заключительными отжигами. Высокая степень деформирующего воздействия в сочетании с большим количеством сульфидных включений явилась причиной появления трещин хладноломкости и в одном случае разлома бруска на две части (ан. 1506, 1508; рис. 6, 7, 8).

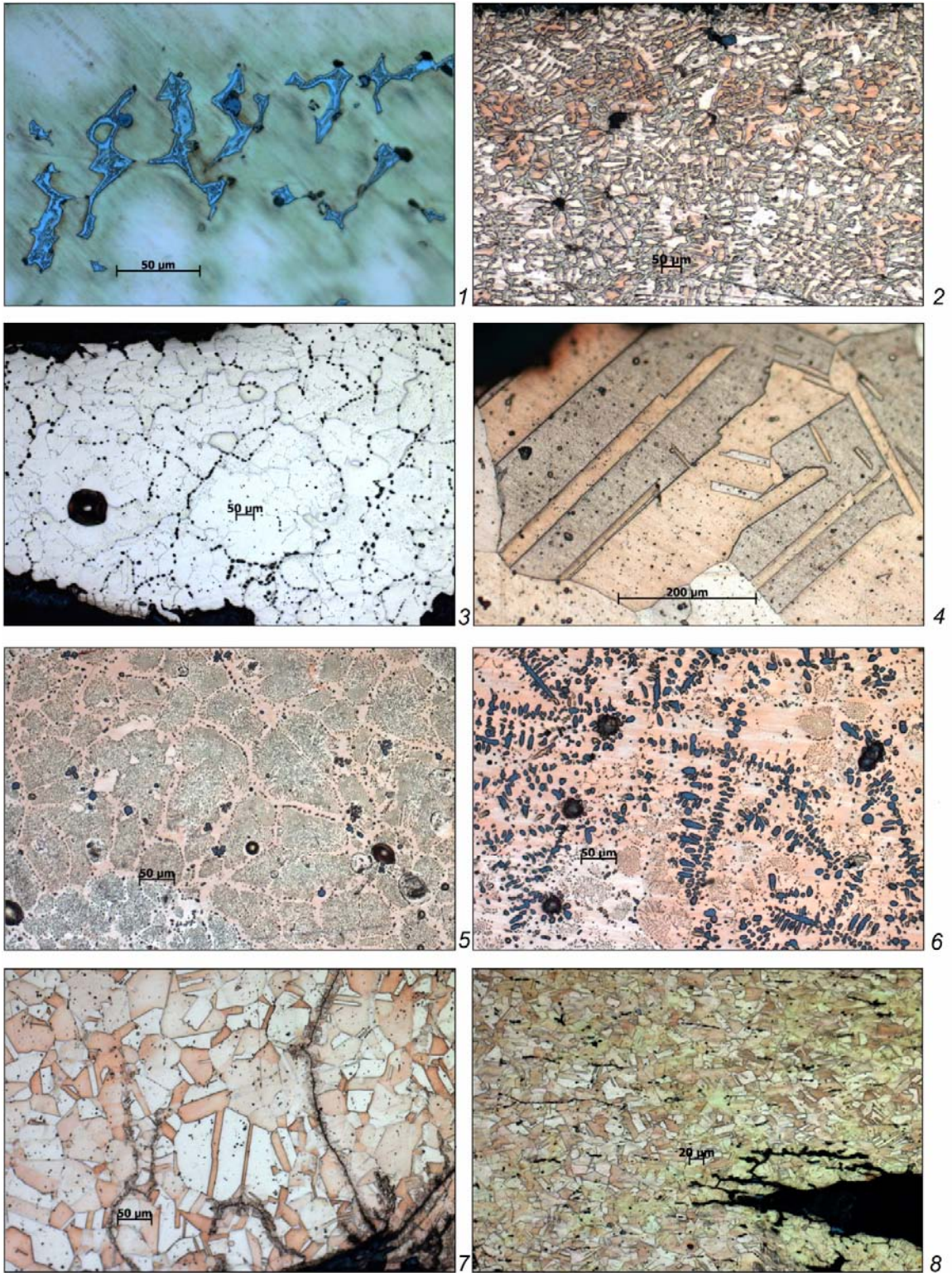


Рис. 6. Фотографии микроструктур изделий восточного (притобольского) варианта иткульской культуры (1 — увел. 500; 2, 3 — увел. 100; 4–8 — увел. 200):
1 — слиток (ан. 1510); 2 — нож (ан. 1516); 3, 4 — наконечники стрел (ан. 1515, 1509); 5 — зеркало (ан. 1505);
6 — орнитоморфное изделие (ан. 1505); 7, 8 — полосовые заготовки (ан. 1506, 1508) (1, 5–8 — поперечные срезы;
2–4 — срезы лезвийной части).

Металлопроизводство красноозерской и иткульской культур Тоболо-Ишимья

В числе изученных металлографическим анализом восемь небольших слитков и сплесков, отлитых в подавляющем большинстве из легированных бронз; их металл представлен дендритными структурами, в единичных случаях отмечено наличие эвтектоида $\alpha + \text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$. Два слитка отлиты из оловянной бронзы (Sn 2,7%; ан. 1503, 1504), три — из низколегированной мышьяковой бронзы (As 0,24–0,38%; ан. 1511, 1512, 1518), два — тройные сплавы с лигатурой Sn–As (Sn 0,43–7,9%; As 0,65–1,79%; ан. 1510, 1519, рис. 6, 1). Лишь один слиток относится к группе чистой окисленной меди (ан. 1514).

Подводя итоги изучения этой небольшой коллекции металла притобольского варианта иткульской культуры, следует отметить, что только четыре изделия — слиток, наконечник стрелы, два украшения из материалов городища Вак-Кур 2, поселений Юртоборский Мост 3, Калачик 3 (ан. 1514, 1505, 1507, 1515) могут быть связаны с уральскими производственными центрами. Остальные изделия, скорее всего, изготовлены из металла, полученного при посредничестве иртышских мастерских, прежде всего красноозерской культуры.

Таким образом, вполне отчетливо прослеживаются основные векторы историко-металлургических контактов красноозерских племен и восточной группы иткульских племен — связи с восточными, рудноалтайскими металлопроизводящими центрами, откуда шла оловянная и оловянно-мышьяковая лигатура. Западные, гумешевские сырьевые источники меди имели небольшое значение только для восточных иткульских племен, к красноозерским племенам эта медь совсем не поступала. Относительно небольшие контакты были и с саянскими центрами, откуда доставлялось какое-то количество мышьяковых бронз в виде слитков и готовых изделий. В самом начале раннего железного века в восточном Притоболье и Приишимье для изготовления орудий труда и оружия преимущественно использовали технологии литья из искусственных низколегированных оловянно-мышьяковых и оловянных бронз. Кузнечная доводка орудий практиковалась с использованием минимальных степеней обжата металла, что вполне соответствовало ведущим трендам металлопроизводства той эпохи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Абрамова М.Б., Стефанов В.И.* Красноозерская культура на Иртыше // Археологические исследования в районе новостроек Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 103–129.
- Барцева Т.Б.* Цветной металл из Среднего Приишимья (по материалам Северо-Казахстанской экспедиции // Ранний железный век и средневековье Урало-Иртышского междуречья. Челябинск: Башкир. ун-т, 1987. С. 65–83.
- Барцева Т.Б.* Сарматский металл с территории Нижнего Дона (по материалам Донской экспедиции 1975–1978 гг.) // Вестник Шелкового пути: Археологические источники. М., 1993. Вып. 1. С. 90–123.
- Бельтикова Г.В.* Развитие иткульского очага металлургии // ВАУ. Екатеринбург: УрГУ, 1993. С. 93–106.
- Берденов С., Самашев З., Штолльнер Т., Черны Я., Ермолаева А., Куц Г.* Древнее горное дело и металлургия Восточного Казахстана // Вопросы археологии Казахстана. Уральск, 2004. Вып. 3. С. 154–170.
- Берс Е.М.* Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск: Свердлов. кн. изд-во, 1954. 81 с.
- Борзунов В.А.* Гамаюнские иткульские и «гамаюнско-иткульские» древности: История изучения и проблема интерпретации // Проблемы сохранения и использования культурного наследия: История, методы и проблемы археологических исследований. Екатеринбург: Магеллан, 2014. С. 212–245.
- Дегтярева А.Д., Кузнецова Э.Ф.* Результаты технологического изучения бронзовых изделий из могильника Темир-Канка и Измайловка // Сакская культура Сарыарки в контексте изучения этносоциокультурных процессов Степной Евразии. Алматы: Бегазы-Тасмола, 2015. С. 113–118.
- Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В., Орловская Л.Б.* Металлопроизводство петровских племен (по материалам поселения Кулевчи 3) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2001. Вып. 3. С. 23–54.
- Ермолаева А.С.* Памятники предгорной зоны Казахского Алтая (эпоха бронзы — раннее железо). Алматы, 2012. 236 с.
- Зах В.А., Зимина О.Ю., Рябогина Н.Е., Скочина С.Н., Усачева И.В.* Ландшафты голоцена и взаимодействие культур в Тоболо-Ишимском междуречье. Новосибирск: Наука, 2008. 212 с.
- Зимина О.Ю.* Комплексы красноозерской культуры Ишимо-Иртышья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 4 (31). С. 48–56
- Зимина О.Ю., Зах В.А.* Нижнее Притоболье на рубеже бронзового и железного веков. Новосибирск: Наука, 2009. 232 с.
- Зимина О.Ю., Скочина С.Н.* Комплекс переходного времени от бронзы к железу поселения Мергень 6 в Приишимье: (Предварительное сообщение) // VII исторические чтения памяти Михаила Петровича Грязнова. Омск: Изд-во ОмГу, 2008. С. 187–189.

Комбинированные методы переработки окисленных и смешанных медных руд: (Теория и практика) / Под ред. С.И. Митрофанова. М.: Недра, 1970. 286 с.

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

Кузьминых С.В. Евразийская металлургическая провинция и цветная металлообработка раннего железного века: Проблема соотношения // Археологические культуры и культурно-исторические общности Большого Урала. Екатеринбург: ИИА УрО РАН: УрГУ, 1993. С. 119–122.

Кузьминых С.В. О металле городища Чича-1 // Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009. Т. 3. С. 202–212.

Кузьминых С.В. Металлообработка Урала и Западной Сибири в эпоху раннего железа: (Лесостепь и тайга): Основные этапы развития // Интеграция археологических и этнографических исследований. Барнаул: Наука, 2015. С. 127–128.

Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д. Цветная металлообработка иткульской культуры: (Предварительные результаты аналитических исследований) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 4 (31). С. 57–66.

Сальников К.В. Иткульская культура: (К вопросу о «Зауральском ананьине») // Краевед. записки. Челябинск: Чел. кн. изд-во, 1961. Вып. 1. С. 21–46.

Стоянов В.Е. Классификация и периодизация западносибирских лесостепных памятников раннего железного века // Проблемы хронологии и культурной принадлежности археологических памятников Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1970. С. 238–253.

Татауров С.Ф., Шерстобитова О.С. Городище Алексеевка XIX и некоторые проблемы территориально-хронологического соотношения красноозерских древностей на территории Среднего Прииртышья // Этнокультурные процессы в Верхнем Приобье и сопредельных регионах в конце эпохи бронзы. Барнаул: АлтГУ, 2008. С. 78–91.

Шерстобитова О.С. Красноозерская культура в Среднем Прииртышье: Динамика развития // РА. 2010. № 4. С. 28–35.

Штельцнер Т., Самашев З., Черни Я., Гарнер Дж., Горелик А., Хауптман А. Добыча олова в Центральной Азии в эпоху бронзы: Основные итоги работ по казахстанско-германскому проекту // Изучение историко-культурного наследия Центральной Евразии: Маргулановские чтения 2008. Караганда, 2009. С. 228–236.

Ryndina N., Indenbaum G., Kolosova V. Copper Production from Polimetallic sulphide Ores in the Northeastern Balkan Eneolithic Culture // Journal of Archaeol. Science. 1999. N 26. P. 1059–1068.

S.V. Kuzminykh*, A.D. Degtyareva, E.V. Tigeeva****

*Institute of Archeology RAS
Dm. Ulyanova st., 19, Moscow, 117036, Russian Federation
E-mail: kuzminykhsv@yandex.ru

**Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch RAS
Malygina st., 86, Tyumen, 625026, Russian Federation
E-mail: anna126@inbox.ru;
tigelena@mail.ru

METAL PRODUCTION OF KRASNOOZERKA AND ITKUL CULTURES OF THE TOBOL-ISHIM INTERFLUVE

The data of an analytical study of copper and bronze products of the eastern (Tobol area) variant of the Itkul culture and the Krasnoozzerka culture of the Early Iron Age of the Tobol-Ishim interfluve (37 items) are compared. The metal inventory was studied by the methods of X-ray fluorescence analysis (a laboratory of the Institute of Archeology of the Russian Academy of Sciences) and metallographic analysis (Tyumen Scientific Centre of SB RAS). The main vectors of historical and metallurgical contacts between the Krasnoozzerka tribes and the eastern group of the Itkul tribes are traced. There are connections with the eastern, mining Altaic metal-producing centers, where the tin and tin-arsenic ligature came from. Western, Gumeshevskiy sources of copper had a little significance only for the eastern Itkul tribes, the Krasnoozzerka tribes had no access to that copper. Relatively weak contacts also took place with the Sayan centers, from where a small amount of arsenic bronze was delivered in the form of ingots and finished products. At the very beginning of the Early Iron Age in the Eastern Tobol river basin and in the Ishim river basin, casting techniques of artificial low-alloy tin-arsenic and tin bronzes were predominately used for manufacturing tools and weapons. Forging as a method of obtaining finished products was practiced in isolated cases.

Key words: Western Siberia, the Early Iron Age, metal production, historical and metallurgical contacts.

REFERENCES

- Abramova M.B., Stefanov V.I., 1985. Krasnoozerskaia kul'tura na Irtysh'e [The Krasnoozerska culture on the Irtysh]. *Arkheologicheskie issledovaniia v raione novostroek Sibiri*, Novosibirsk: Nauka, pp. 103–129.
- Bartseva T.B., 1987. Tsvetnoi metall iz Srednego Priishim'ia (po materialam Severo-Kazakhstanskoi ekspeditsii) [Non-ferrous metal from the Middle Ishim basin (on materials of the North Kazakhstan expedition)]. *Rannii zheleznyi vek i srednevekov'e Uralo-Irtyshskogo mezhdurech'ia*, Cheliabinsk: Bashkirskii un-t, pp. 65–83.
- Bartseva T.B., 1993. Sarmatskii metall s territorii Nizhnego Dona (po materialam Donskoi ekspeditsii 1975–1978 gg.) [Sarmatian metal from the territory of the Lower Don (on materials of the Don expedition of 1975–1978)]. *Vestnik Shelkovogo puti: Arkheologicheskie istochniki*, 1, Moscow, pp. 90–123.
- Bel'tikova G.V., 1993. Razvitiie itkul'skogo ochaga metallurgii [Development of the Itkul centre of metallurgy]. *Voprosy arkheologii Urala*, Ekaterinburg: UrGU, pp. 93–106.
- Berdenov S., Samashev Z., Shtoll'ner T., Cherny Ia., Ermolaeva A., Kushch G., 2004. Drevnee gornoe delo i metallurgii Vostochnogo Kazakhstana [Ancient mining and metallurgy of the East Kazakhstan]. *Voprosy arkheologii Kazakhstana*, 3, Ural'sk, pp. 154–170.
- Bers E.M., 1954. *Arkheologicheskie pamiatniki Sverdlovskaya i ego okrestnostei* [Archaeological monuments of Sverdlovsk and its vicinities], Sverdlovsk: Sverdlovskoe izd-vo, 81 p.
- Borzunov V.A., 2014. Gamaiunskie itkul'skie i «gamaiunsko-itkul'skie» drevnosti: Istoriia izuchenii i problema interpretatsii [Gamayun Itkul and «Gamayun-Itkul» antiquities: History of studying and problem of interpretation]. *Problemy sokhraneniia i ispol'zovaniia kul'turnogo nasledii: Istoriia, metody i problemy arkheologicheskikh issledovaniy*, Ekaterinburg: Magellan, pp. 212–245.
- Degtiareva A.D., Kuz'minykh S.V., Orlovskaya L.B., 2001. Metalloproduktstvo petrovskikh plemen (po materialam poseleniia Kulevchi 3) [Metalproduction of Petrovka tribes (on materials of the settlement of Kulevchi 3)]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, 3, pp. 23–54.
- Degtiareva A.D., Kuznetsova E.F., 2015. Rezul'taty tekhnologicheskogo izuchenii bronzovykh izdelii iz mogil'nika Temir-Kanka i Izmailovka [Results of technological studying of bronze products from Temir-Kank and Izmaylovka's burial ground]. *Sakhskaia kul'tura Saryarki v kontekste izuchenii etnosotsiokul'turnykh protsessov Stepnoi Evrazii*, Almaty: Begazy-Tasmola, pp. 113–118.
- Ermolaeva A.S., 2012. *Pamiatniki predgornoi zony Kazakhskogo Altaia (epokha bronzy — rannee zhelezo)* [Monuments of a foothill zone of the Kazakh Altai (the Bronze Age — Early Iron Age)], Almaty, 2012, 236 p.
- Kuz'minykh S.V., 1983. *Metallurgii Volgo-Kam'ia v rannem zheleznom veke (med' i bronza)* [Metallurgy of the Volga-Kama basin in the Early Iron Age (copper and bronze)], Moscow: Nauka, 257 p.
- Kuz'minykh S.V., 1993. Evraziiskaia metallurgicheskaia provintsia i tsvetnaia metalloobrabotka rannego zheleznoogo veka: Problema sootnosheniia [Euroasian metallurgical province and color metal working of the Early Iron Age: Ratio problem]. *Arkheologicheskie kul'tury i kul'turno-istoricheskie obshchnosti Bol'shogo Urala*, Ekaterinburg, pp. 119–122.
- Kuz'minykh S.V., 2009. O metalle gorodishcha Chicha-1 [On the metal of the fortified settlement of Chicha-1]. *Chicha — gorodishche perekhodnogo ot bronzy k zhelezu vremeni v Barabinskoi lesostepi*, vol. 3, Novosibirsk: Izd-vo IAET SO RAN, pp. 202–212.
- Kuz'minykh S.V., 2015. Metalloobrabotka Urala i Zapadnoi Sibiri v epokhu rannego zheleza (lesostep' i taiga): Osnovnye etapy razvitiia [Metal working of the Urals and Western Siberia during an Epoch of Early Iron (the forest-steppe and a taiga): Main stages of development]. *Integratsiia arkheologicheskikh i etnograficheskikh issledovaniy*, Barnaul: Nauka, pp. 127–128.
- Kuz'minykh S.V., Degtiareva A.D., 2015. Tsvetnaia metalloobrabotka itkul'skoi kul'tury: (Predvaritel'nye rezul'taty analiticheskikh issledovaniy) [Color metal working of Itkul'sky culture: (Preliminary results of analytical researches)]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, no. 4 (31), pp. 57–66.
- Mitrofanov S. I., 1970, (ed.). *Kombinirovannye metody pererabotki okislennykh i smeshannykh mednykh rud: (Teoriia i praktika)* [The combined methods of processing of the oxidized and mixed copper ores: (The theory and practice)], Moscow: Nedra, 286 p.
- Ryndina N., Indenbaum G., Kolosova V., 1999. Copper Production from Polimetallic sulphide Ores in the Northeastern Balkan Eneolithic Culture. *Journal of Archaeological Science*, no. 26, pp. 1059–1068.
- Saf'nikov K.V., 1961. Itkul'skaia kul'tura: (K voprosu o «Zaural'skom anan'ine») [Itkul culture: (On the problem of «The Trans-Urals Ananyino»). *Kraevedcheskie zapiski*, 1, Cheliabinsk: Cheliabinsk. kn. izd-vo, pp. 21–46.
- Stoianov V.E., 1970. Klassifikatsiia i periodizatsiia zapadnosibirskikh lesostepnykh pamiatnikov rannego zheleznoogo veka [Classification and periodization of the West Siberian forest-steppe monuments of the Early Iron Age]. *Problemy khronologii i kul'turnoi prinadlezhnosti arkheologicheskikh pamiatnikov Zapadnoi Sibiri*, Tomsk: Izd-vo TGU, pp. 238–253.
- Sherstobitova O.S., 2010. Krasnoozerskaia kul'tura v Srednem Priirtysh'e: Dinamika razvitiia [Krasnoozerska culture on the Middle Irtysh basin: Dynamics of development]. *RA*, no. 4, pp. 28–35.
- Shtell'ner T., Samashev Z., Cherny Ia., Garner Dzh., Gorelik A., Khauptman A., 2009. Dobycha olova v Tsentral'noi Azii v epokhu bronzy: Osnovnye itogi rabot po kazakhstansko-germanskomu proektu [Extraction of tin in Central Asia during a Bronze Epoch: Main results of works on Kazakhstan German project]. *Izuchenie istoriko-kul'turnogo nasledii Tsentral'noi Evrazii: Margulanovskie chteniia 2008*, Karaganda, pp. 228–236.

Tataurov S.F., Sherstobitova O.S., 2008. Gorodishche Alekseevka XIX i nekotorye problemy territorial'no-khronologicheskogo sootnosheniia krasnoozerskikh drevnostei na territorii Srednego Priirtysh'ia [The ancient settlement of Alekseyevka XIX and some problems of a territorial and chronological ratio of the Krasnoozerska antiquities in the territory of the Middle Irtysh basin]. *Etnokul'turnye protsessy v Verkhnem Priob'e i sopredel'nykh regionakh v kontse epokhi bronzy*, Barnaul: Izd-vo AltGU, pp. 78–91.

Zakh V.A., Zimina O.Iu., Riabogina N.E., Skochina S.N., Usacheva I.V., 2008. *Landshafty golotsena i vzaimodeistvie kul'tur v Tobolo-Ishimskom mezhdurech'e* [Landscapes of the Holocene and interaction of cultures in the Tobol-Ishim interfluve]. Novosibirsk: Nauka, 212 p.

Zimina O.Iu., 2015. Kompleksy krasnoozerskoi kul'tury Ishimo-Irtysh'ia [Complexes of the Krasnoozerska culture of the Ishim-Irtysh basin]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, no. 4 (31), pp. 48–56.

Zimina O.Iu., Skochina S.N., 2008. Kompleks perekhodnogo vremeni ot bronzy k zhelezu poseleniia Mergen' 6 v Priishim'e: (Predvaritel'noe soobshchenie) [Complex of transitional period from the Bronze Age to the Iron Age of the settlement of Mergen 6 in the Ishim basin: (The preliminary message)]. *VII Istoricheskie chteniia pamiati M.P. Griaznova*, Omsk: Izd-vo OmGU, pp. 187–189.

Zimina O.Iu., Zakh V.A., 2009. *Nizhnee Pritobol'e na rubezhe bronzovogo i zheleznogo vekov* [Lower Tobol basin at a turn of the Bronze Age and Iron Age], Novosibirsk: Nauka, 232 p.