

УДК 549:902(470.56)

<https://doi.org/10.24852/2587-6112.2025.3.181.195>

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ШЛАКИ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА ПОСЕЛЕНИЙ ПОЗДНЕГО БРОНЗОВОГО ВЕКА ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ¹

© 2025 г. М.Н. Анкушев, И.А. Файзуллин

Работа посвящена исследованию артефактов металлургии бронзового века 11 поселений Западного Оренбуржья: каменным ваннам, металлургическим шлакам, литейным формам и металлическими изделиям. Даже отдаленные от богатейших рудопоявлений медистых песчаников поселения демонстрируют интенсивную металлопроизводственную деятельность. По данным рентгенофлуоресцентного анализа и оптической микроскопии среди 163 фрагментов металлургического шлака выделены две минералогическо-геохимические ассоциации: Ca-Ba-Sr-Zr характерна для стекловатых и пироксеновых шлаков срубной культуры (XVIII–XV вв. до н.э.); Fe-Cr-Ni-As свойственна оливиновым шлакам, предположительно датирующихся концом III – началом II тыс. до н.э. Типологическое разнообразие металлических изделий также свидетельствует о широком хронологическом интервале металлокомплекса Западного Оренбуржья.

Ключевые слова: археология, бронзовый век, древняя металлургия, Западное Оренбуржье, срубная культура, металлургические шлаки, литейные формы.

METALLURGICAL SLAGS AND METALWORKING OF THE ORENBURG FORE-URALS LATE BRONZE AGE SETTLEMENTS²

M.N. Ankushev, I.A. Faizullin

The paper deals with the study of the Bronze Age metallurgy artifacts of 11 settlements in the Western Orenburg region: stone tubs, metallurgical slag, casting molds and metal items. Even settlements remote from the rich ore occurrences of copper sandstones demonstrate intensive metal production activity. According to the XRF and optical microscopy, two mineralogical and geochemical associations were distinguished among 163 fragments of metallurgical slag: Ca-Ba-Sr-Zr is typical of glassy and pyroxene slags of the Srubnaya culture (XVIII–XV centuries BC); Fe-Cr-Ni-As is characteristic of olivine slags, presumably dating back to the end of the III – beginning of the II millennium BC. The typological diversity of metal items also indicates a wide chronological interval of the metal complex of the Western Orenburg region.

Keywords: archaeology, Bronze Age, ancient metallurgy, Western Orenburg region, Srubnaya culture, metallurgical slag, casting molds

Введение

Первыми данными по металлургическому производству в Оренбургском Предуралье являются материалы ямной культуры раннего бронзового века. Сырьевой базой для населения служило Каргалинское месторождение медной руды. В ямной культуре Южного Предуралья отмечен широкий ассортимент металлических изделий, включающий предметы

вооружения, не имеющие аналогов в других центрах металлургического производства раннего бронзового века. Производство изделий из меди в ямной культуре Волго-Уралья играло важную роль в хозяйстве (Моргунова, 2021, с. 1248).

Металлургическое производство в эпоху поздней бронзы на территории Южного Предуралья носило уже повсеместный характер.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-68-10006 «Этнокультурные процессы в бронзовом и раннем железном веке в свете междисциплинарных исследований в Южном Приуралье». Минералогическо-геохимические исследования металлургических шлаков выполнены в рамках бюджетной темы ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 125013101191-9.

² The work was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-68-10006 "Ethnocultural processes in the Bronze and Early Iron Age in the light of interdisciplinary research in the Southern Urals". Mineralogical and geochemical studies of metallurgical slags were carried out within the budget theme of the SU FRC MG UB RAS No. 125013101191-9.

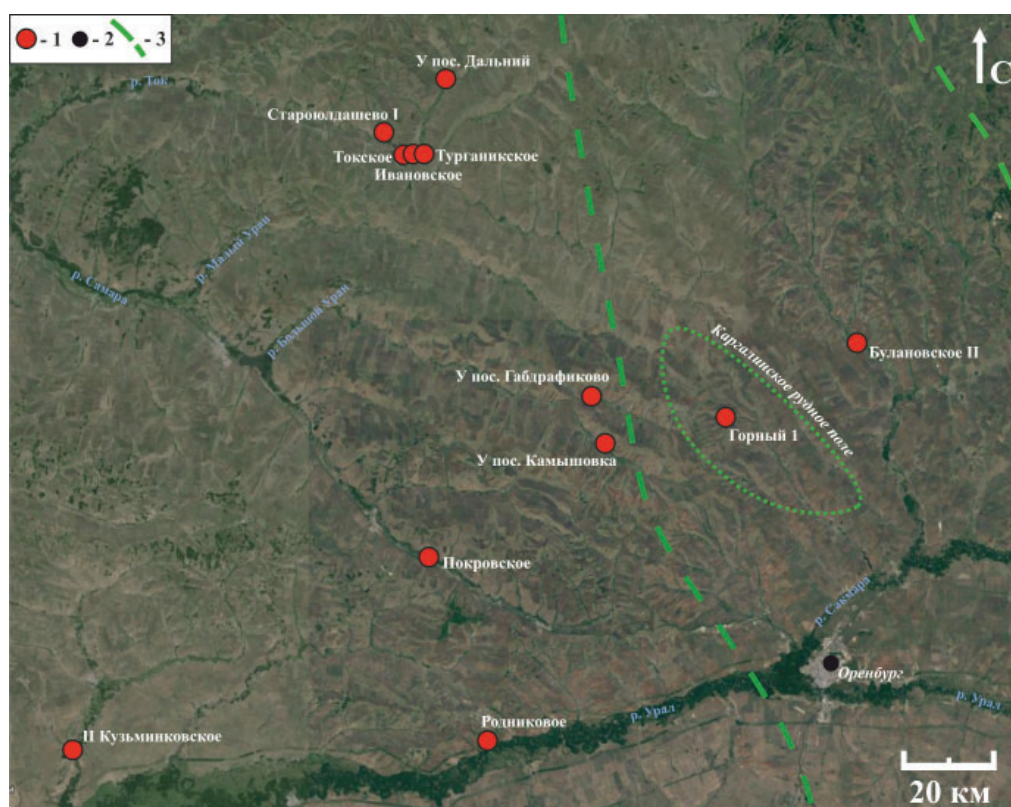


Рис. 1. Схема расположения металлопроизводящих поселений Южного Предуралья.

1 – поселения бронзового века, 2 – современный город, 3 – граница зоны распространения месторождений медистых песчаников (по: Лурье, 1988).

Fig. 1. Scheme of the metal-producing settlements location in the Southern Fore-Urals.

1 – Bronze Age settlements, 2 – contemporary city, 3 – boundary of the distribution copper sandstone deposits (according to Lurye, 1988).

Рассматриваемый регион входил в Евразийскую металлургическую провинцию (Черных, 2008). Каргалинский горно-металлургический центр являлся одной из ключевых точек провинции.

Поселение Горный является единственным исследованным памятником в регионе, где отмечена вся металлопроизводственная цепочка: от добычи руды до изготовления готовых изделий. Памятник расположен непосредственно на территории Каргалинского рудного поля, покрывающего площадь до 500 км². Глубина шахт горизонтальных выработок в бронзовом веке, по мнению исследователей, достигала 40–42 м, а общая длина подземных проходок составляла сотни километров (Черных, 2002, с. 8). На поселении исследованы комплексы специализированных построек, в которых зафиксированы горнопроходческие орудия, металлургические печи, шлаки, литейные формы, бронзовые изделия. Данные, полученные по колоссальному остеологическому материалу, показывают, что население

не занималось скотоводством, получая животных путем обмена.

На других поселениях Западного Оренбуржья не было отмечено столь интенсивной металлопроизводящей деятельности, и они долгое время оставались в тени Горного. Эти поселения находятся на отдалении от Каргалинского рудного поля, а многие из них расположены вне полосы распространения богатых месторождений медистых песчаников (рис. 1) (Лурье, 1988). Между тем свидетельства металлургии и металлообработки были обнаружены более чем на 20 поселениях региона (здесь учитывались памятники, которые подверглись стационарным раскопкам и представительным выборкам при разведке). К сожалению, систематическим междисциплинарным исследованиям эти памятники практически не подвергались. Исключением является лишь Турганинское поселение энеолита – поздней бронзы (Моргунова и др., 2017). Целью нашего исследования является определение особенностей металлургии и

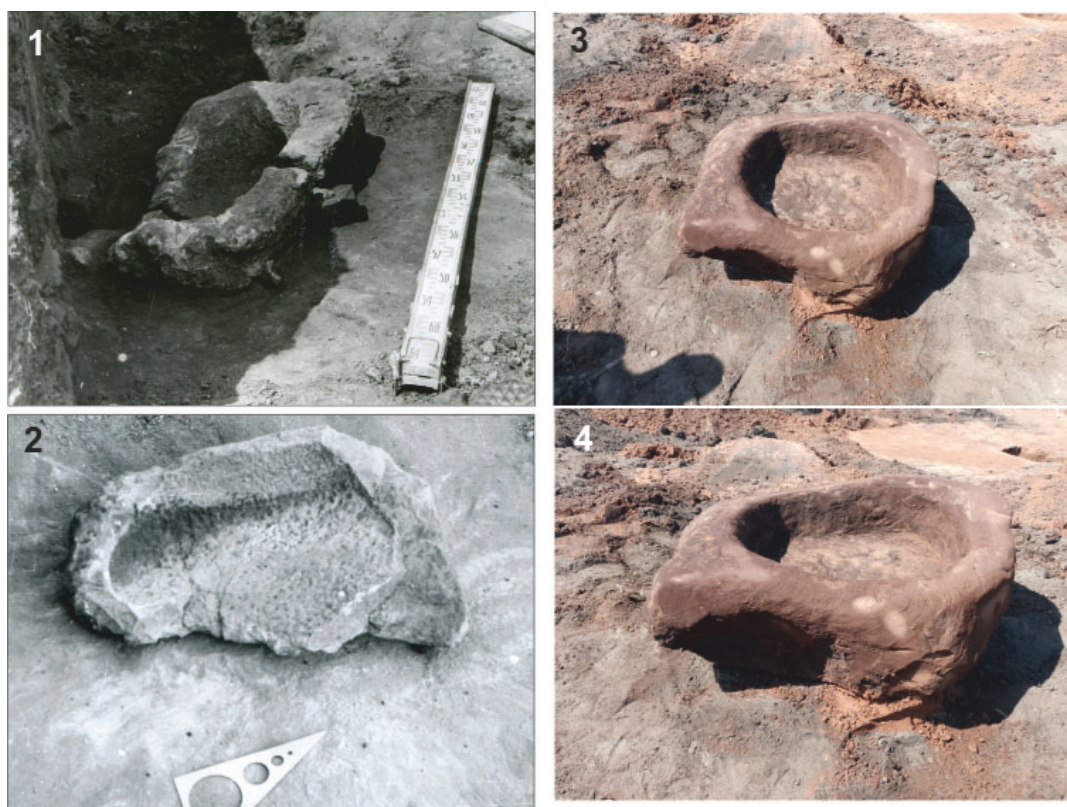


Рис. 2. Каменные ванны. 1-2 – Токское поселение; 3-4 – поселение у села Староюлдашево
Fig. 2. Stone tubs. 1-2 – Tokskoe settlement; 3-4 – settlement at the village of Staroyuldashevo

металлообработки на ряде поселений Оренбургского Предуралья, находящихся на удалении от богатейших рудников Каргалинского рудного поля.

Материалы и методы

В работе рассматриваются артефакты горно-обогатительного цикла, металлургического производства и металлообработки с 11 поселений Оренбургского Предуралья. Проведено исследование 163 фрагментов металлургических шлаков. Геохимические особенности шлаков оценены на рентгенофлуоресцентном спектрометре Olympus Vanta, режим Geochem, время анализа 50 с. Для сравнения также использовались шлаки синташтинско-петровских поселений Южного Зауралья: Синташта, Сарым-Саклы, Левобережное, Каменный Амбар. Минералогия шлаков изучалась методом оптической микроскопии (Olympus BX 51) в 30 полированных аншлифах.

Результаты и обсуждение

В рамках данной статьи мы рассмотрим особенности орудий и артефактов, связанных с металлопроизводством, таких как каменные ванны, металлургические шлаки, литейные

формы, сопла, готовые металлические изделия.

Каменные ванны – редкая категория массивных каменных орудий, которую мы относим к производственным изделиям-сооружениям, задействованным в металлопроизводстве. Каменные ванны изготовлены из цельного массива песчаника. В Оренбургском Предуралье известны три таких находки.

Две ванны были обнаружены на Токском поселении, в постройке специализирующейся на металлургии (Файзуллин, 2024, с. 51–56, рис. 7, 8). Ванны были обнаружены рядом с каменной кладкой колодца, вместе с фрагментами медного шлака, медной руды, костями животных, оплавленными фрагментами песчаника, ошлакованной керамикой. Одна из ванн представляла собой монолит с выдолбленным корытообразным углублением. Размеры ванны 0,6×1 м, глубина до 17 см, толщина стенок 8–10 см (рис. 2: 1). Рядом была найдена более мелкая ванна (рис. 2: 2), также из каменного монолита. Размеры ванны 0,3×0,56 м, толщина стенок до 8 см.

Аналогичная находка была обнаружена в 2023 году на поселении у села Староюлда-

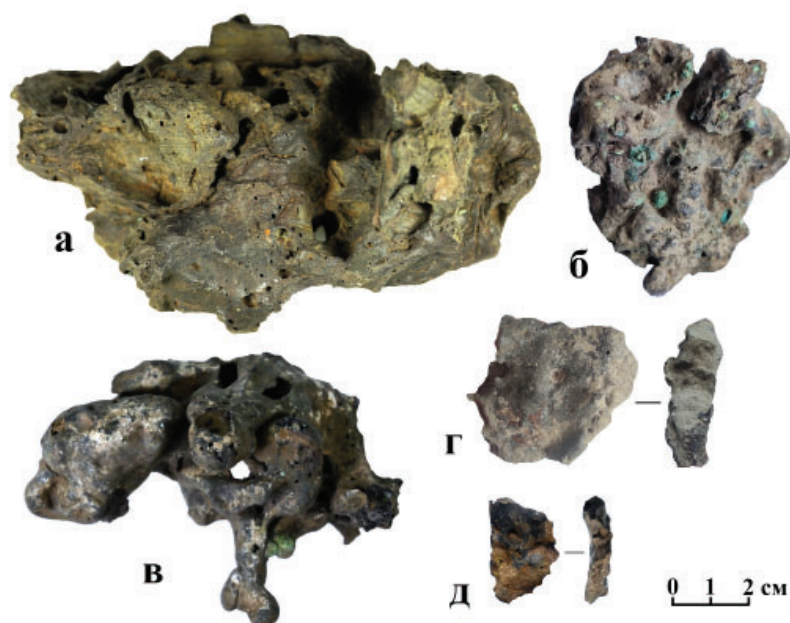


Рис. 3. Metallurgical slags of the settlements of the Orenburg Fore-Urals Bronze Age.

Стекловатые шлаки: а – II Кузьминковское поселение, б – Покровское поселение, в – поселение у с. Староюлдашево; оливиновые шлаки: г – поселение у с. Габдрафиково, д – Турганикское поселение.

Fig. 3. Metallurgical slags of the Orenburg Fore-Urals Bronze Age settlements. Glassy slags:

а – II Kuzminkovskoe settlement, б – Pokrovskoe settlement, в – Staroyuldashevo settlement; olivine slags: г – settlement at the village of Gабdrifikovo, д – Turganikskoe settlement.

шево. Ванна имеет подквадратную форму, ее размер 0,9×0,9 м, внутри выдолблено округлое углубление диаметром 0,7 м, глубиной до 0,3 м (рис. 2: 3–4). Вес изделия определить не удалось, при погрузке его смогли поднять восемь мужчин. Оценочный вес ванны более 200 кг.

Отметим, что ни на одном поселении в сопредельных регионах пока не были обнаружены подобные изделия. Единственной прямой аналогией являются каменные ванны на поселении металлургов эпохи бронзы Пилипчатин-2 на Донбассе (Татаринов, 1988, с. 98–99). Автор раскопок интерпретировал их как ванны для промывки и обогащения руды. Единичные находки и слабая изученность пока не позволяют однозначно определить функциональное назначение каменных ванн Оренбургского Предуралья. Изделия были найдены в контексте, явно связанном с металлургией: в специализированной металлопроизводственной постройке на Токском поселении и на поселении у с. Староюлдашеево, где обнаружено большое количество металлургического шлака и несколько десятков мелких бронзовых артефактов. Поэтому пока наиболее обоснованной является версия использования ванн для подготовки (обогащения, истирания) рудной шихты. В этом случае на поверхности углубления ванны должны остаться грубые следы. На Токских изделиях они присутствуют, на ванне поселения у с. Староюлдашеево отсутствуют, возможно, ей не успели воспользоваться.

Металлургические шлаки. В рамках работы были исследованы фрагменты металлургических шлаков с 11 поселений Оренбургского Предуралья (табл. 1). Для сравнения также были рассмотрены металлургические шлаки поселения Горный (Кузьминых, 2004).

Металлургические шлаки поселений Оренбургского Предуралья в большинстве случаев представляют собой комковатые, бесформенные обломки размером до 12 см (рис. 3: а–в). Крайне редко встречаются уплотненные лепешковидные разновидности (рис. 3: г–д). Цвет образцов черный, темно-бурый, редко красноватый. На поверхности часто отмечаются окисленные капли меди.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) поверхности образцов, металлургические шлаки Оренбургского Предуралья разделились на две геохимические группы. Эти группы, за исключением редких выбросов, формируют тесные поля на диаграмме состава главных компонент (рис. 4).

Подавляющее большинство образцов поселений Булановское II, Ивановское, II Кузьминковское, Покровское, Родниковое, у с. Староюлдашеево, Токское, поселений у с. Камышовка, Дальний соответствует геохимической ассоциации Ca-Ba-Sr-Zr. Также сюда входят единичные образцы шлаков с поселений Турганикское и у с. Габдрафиково. Наиболее распространенным минералогическим типом в этой ассоциации является стекловатый сульфидсодержащий (Ankushev et al., 2021a). Основная масса образцов шлака

Таблица 1. Краткая характеристика металлургических шлаков бронзового века Оренбургского Предуралья
Table 1. Brief characteristics of Orenburg Fore-Urals Bronze Age metallurgical slag

Поселение	Культурно-хронологическая привязка поселения	Кол-во образцов	Геохимическая ассоциация	Минералогический тип	Новообразованные и реликтовые минералы
Булановское II	Абашевская, срубная, ФБВ (Моргунова, Халяпин, 2003)	6	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, магнетит, куприт, сульфиды, окремненная древесина
Горный	Срубная, ФБВ (Каргалы, 2002)	35	Ca-Ba	Стекловатый сульфидсодержащий, пироксеновый	Кварц, пироксен, куприт, дельфоссит, сульфиды, анортит, меллитит, фаялит (Кузьминных, 2024)
Ивановское	Энеолит, срубная (Моргунова, Порохова, 1989)	22	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, магнетит, дельфоссит, сульфиды, барит (Ankushhev et al., 2021a)
II Кузьминниковское	Синташтинская, раннеалакульская, срубная, федоровская, черкаскульская (Моргунова и др., 2001)	7	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, сульфиды, теденбергит, магнетит, куприт, окремненная древесина, хромитинеллиды (Ankushhev et al., 2023)
Покровское	Срубная (Порохова, 1989)	22	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, воластонит, диопсид, куприт, сульфиды, окремненная древесина, единичные хромитинеллиды (Файзуллин и др., 2023)
Поселение у с. Камышовка	Срубная (Файзуллин и др., 2024)	3	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, куприт, дельфоссит, сульфиды, окремненная древесина (Файзуллин и др., 2024)
Поселение у пос. Дальний	Срубная	32	Ca-Ba-Sr-Zr	Не изучено	Не изучено
Поселение у с. Габдрафиково	Срубная (Faizullin et al., 2023)	1	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, пироксен, сульфиды, (Faizullin et al., 2023)
		2	Fe-Cr-Ni-As	Оливиновый хромитсодержащий	Оливин, магнетит, хромитинеллиды, серпентинит, окремненная древесина (Faizullin et al., 2023)
Родниковое	Абашевская, раннеалакульская, срубная, черкаскульская, ФБВ (Кушова, Файзуллин, 2012)	9	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий, пироксеновый	Кварц, авгит, куприт, дельфоссит, магнетит, сульфиды, окремненная древесина (Ankushhev et al., 2021b)
Поселение у с. Старонолдашево	Срубная	42	Ca-Ba-Sr-Zr	Не изучено	Не изучено
Токское	Срубная (Моргунова, Порохова, 1989)	8	Ca-Ba-Sr-Zr	Стекловатый сульфидсодержащий	Кварц, сульфиды, единичные серпентинит и хромитинеллиды (Ankushhev et al., 2022)
		2	Ca-Ba-Sr-Zr	Не изучено	Не изучено
Турганинское	Энеолит, ямная, абашевская (Моргунова и др., 2017)	7	Fe-Cr-Ni-As	Оливиновый хромит-сульфидсодержащий	Оливин, магнетит, кварц, куприт, сульфиды, хромитинеллиды, серпентинит (Ankushhev et al., 2021a)

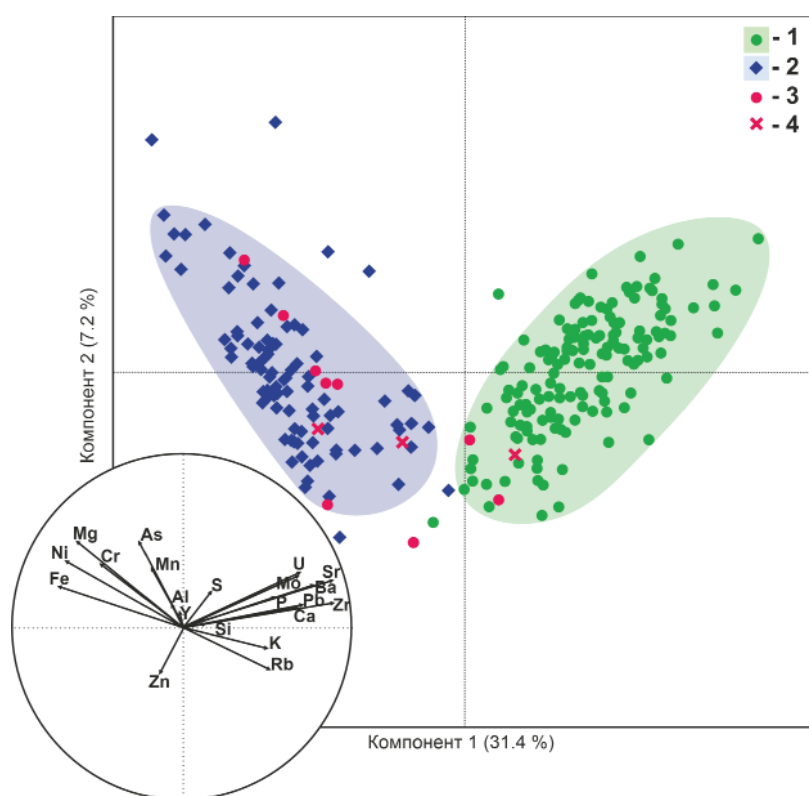


Рис. 4. Диаграмма анализа главных компонент химического состава металлургических шлаков Южного Урала по данным РФА. 1 – шлаки поселений срубной культуры Оренбургского Предуралья, 2 – шлаки синташтинско-петровских поселений Южного Зауралья, 3 – шлаки Турганикского поселения, 4 – шлаки поселения у с. Габдрафиково.

Fig. 4. PCA-plot of the chemical composition of metallurgical slags of the Southern Urals according to XRF. 1 – slag of the Orenburg Fore-Urals Srubnaya culture settlements, 2 – slags of the Southern Trans-Urals Sintashta-Petrovka settlements, 3 – slags of the Turganikskoe settlement, 4 – slags of the settlement at the village of Gabdrafikovo.

этого типа представлена стеклом с высокими примесями Ba и зачастую Cl. Минеральный состав этих шлаков является сходным (рис. 5: а–в). Реликтовые включения представлены зернами кварца, фрагментами кремневой древесины, полевых шпатов, ковеллина (частично оплавленными), единичными хромшпинелидами и фрагментами серпентинита. Новообразованные минералы представлены тонкозернистыми срастаниями сульфидов (халькозина, дигенита), купритом, делафосситом, иногда магнетитом, пироксенами, волластонитом. Менее распространены в этой ассоциации шлаки пироксенового типа. Геохимически они сходны с стекловатыми и, возможно, являются результатом кристаллизации при медленном остывании шлака. Основная масса образцов сложена скелетными кристаллами пироксенов ряда диопсид-геденбергит, авгитом, волластонитом. Остальные реликтовые и новообразованные минеральные включения аналогичны стекловатым шлакам. Металлические включения в шлаках этих типов представлены каплями меди, которая выделяется высокой чистотой, существенными являются примеси S, Ag и Pb (Артемьев и др., 2024). Зачастую капли меди по периферии покрыты рубашками из новообразованных сульфидов и куприта.

Иную геохимическую ассоциацию Fe-Cr-Ni-As демонстрируют образцы с поселений Турганикское и у с. Габдрафиково (рис. 4). Характерно, что химический состав этих образцов сходен с металлургическими шлаками поселений синташтинской и петровской культуры в Южном Зауралье. Эти шлаки относятся к оливиновому сульфидсодержащему типу, их минералогия значительно отличается от стекловатых шлаков (рис. 5: г–е). Среди реликтовых включений, кроме зерен кварца, широко распространены частично оплавленные фрагменты серпентинита и зерна хромшпинелидов. Основная масса шлака сложена новообразованными кристаллами оливина, диопсида и магнетита. Металлические включения в этих шлаках представлены каплями мышьяковой бронзы с примесями Fe и Ni, в единичных случаях медью и мышьяково-оловянными бронзами.

Металлургические шлаки Ca-Ba-Sr-Zr геохимической ассоциации наиболее широко распространены на поселениях Оренбургского Предуралья. Стратиграфически эти образцы соотносятся с культурно определенной керамикой срубной культуры. В качестве медного сырья в плавке использовались окисленно-сульфидные рудные концентраты медистых песчаников. Использование флюсов

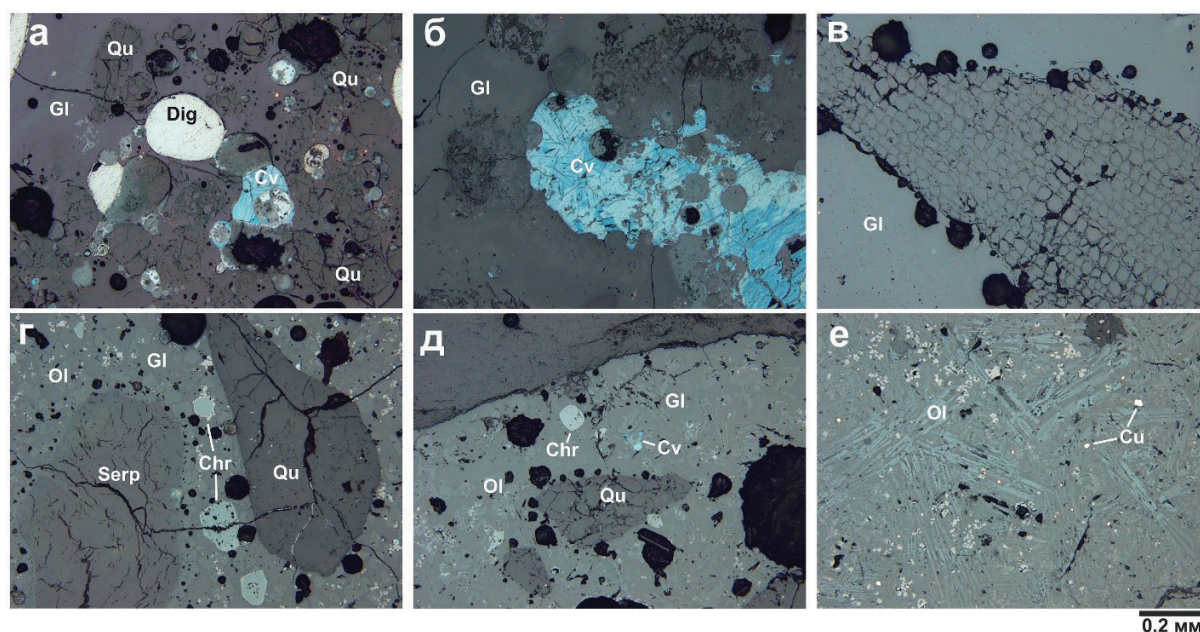


Рис. 5. Минералогия древних шлаков Оренбургского Предуралья. а-в – стекловатые шлаки, г-е – оливиновые шлаки. а – реликтовые зерна кварца (Qu) и ковеллина (Cv), капли новообразованного дигенита (Dig) в матрице стекла шлака (Gl), Ивановское поселение; б – реликт ковеллина в стекле шлака, Ивановское поселение; в – реликт окремненной древесины в стекле шлака, Покровское поселение; г – реликты серпентинита (Serp), кварца, хромшпинелидов (Chr), новообразованные кристаллы оливина (Ol) в шлаке, Турганикское поселение; д – реликты кварца, хромшпинелидов, ковеллина, новообразованные кристаллы оливина в шлаке, Турганикское поселение; е – скелетные кристаллы оливина и капли меди (Cu) в шлаке, поселение у с. Габдрафиково.

Фото в отраженном свете.

Fig. 5. Mineralogy of Orenburg Fore-Urals ancient slags. а-в – glassy slags, г-е – olivine slags. а – relict grains of quartz (Qu) and covellite (Cv), droplets of newly formed digenite (Dig) in the matrix of slag glass (Gl), Ivanovskoe settlement; б – relict of covellite in slag glass, Ivanovskoe settlement; в – relict of silicified wood in slag glass, Pokrovskoe settlement; г – relics of serpentinite (Serp), quartz, Cr-rich spinel (Chr), newly formed olivine crystals (Ol) in slag, Turganikskoe settlement; д – relics of quartz, Cr-rich spinel, covellite, newly formed olivine crystals in slag, Turganikskoe settlement; е – skeletal crystals of olivine and droplets of copper (Cu) in slag, settlement at the village of Gabdrifikovo. Photo in reflected light.

в шлаках не фиксируется, в единичных образцах отмечаются крупные реликты барита, который может быть также естественной примесью в рудах (Блинов, 2020). Относительно низкое содержание железа в шлаках не позволяет также говорить об использовании железистых флюсов. Атмосфера плавки была слабо восстановительной, иногда окислительной, что подтверждает широкое развитие куприта и делафоссита в шлаках. Это приводило к большим потерям полезного компонента: медианное содержание Cu на поверхности образцов шлака – 10,2 мас. % (табл. 2). Этот показатель на порядок выше, чем у синташтинско-петровских шлаков Южного Зауралья – 1,07 мас. % (медианное значение по 96 образцам).

В случае шлаков Fe-Cr-Ni-As ассоциации источником меди также выступали окислен-

но-сульфидные рудные концентраты медистых песчаников. Кроме меднорудной основы шихты использовались добавки: легирующие компоненты и флюсы. В качестве легирующих компонентов, вероятно, служили концентраты мышьяксодержащих минералов, позволяющие выплавлять мышьяковую бронзу методом добавки непосредственно в шихту. Эта технология на Южном Урале была распространена в XXI–XVIII вв. до н. э. в металлургии синташтинской и абашевской культур (Григорьев, 2013, с. 208–209). Также аналогичные образцы шлаков были обнаружены в заполнении металлургического горна на руднике Новотемирский в Южном Зауралье, датируемый началом II тыс. до н. э. (Ankusheva et al., 2023). В качестве флюсов в этом типе шлаков, вероятно, использовались добавки оксидов и гидроксидов железа, на что

указывает высокое содержание Fe в шлаках поселений Турганикское и у с. Габдрафиково – 23 мас. %. Это значение близко к синташтинско-петровским шлакам Южного Зауралья – 30,7 мас. % (медианное значение по 96 образцам). Потери полезного компонента в шлаках этого типа также значительно ниже, чем в стекловатых и пироксеновых – 1,1 мас. % Cu. Тем не менее к этим значениям следует относиться с большой осторожностью, так как шлаков Fe-Cr-Ni-As ассоциации к настоящему моменту зафиксировано крайне мало.

Предыдущие работы, посвященные шлакам Fe-Cr-Ni-As ассоциации, опирались исключительно на ранние датировки Турганикского поселения, поэтому оливинные шлаки были отнесены к репинской культуре энеолита (IV тыс. до н. э.) (Ankushev et al., 2021a). Учитывая многослойность Турганикского поселения и новые находки оливинных шлаков на поселении у с. Габдрафиково, можно выдвинуть ряд критичных тезисов к этой датировке образцов:

Турганикское поселение – многослойный открытый археологический комплекс, содержащий свидетельства бытования репинской, абашевской и срубной культур (Моргунова и др., 2017).

Для энеолита Южного Урала не известны находки металлургических шлаков и свидетельства выплавки металла из руды, в металлургии этого времени предполагается использование самородной меди (Григорьев, 2013, с. 95–97).

Самые хронологически ранние изделия из металла Южного Предуралья изготовлены из меди (Дегтярева, Рындина, 2019). Металлические включения в Турганикских шлаках представлены мышьяковой бронзой, более характерной для абашевской культуры Южного Предуралья (Дегтярева, Кузьминых, 2022).

Таким образом, исследования минералого-геохимических особенностей шлаков поселений Турганикское и у с. Габдрафиково позволяют предположить их более позднюю датировку. Ориентированность на выплавку мышьяковой бронзы, использование легирующих и флюсовых добавок аналогичны технологиям абашевской культуры Южного Предуралья в XXI–XIX вв. до н. э. Тем не менее это предположение нуждается в твердой аргумен-

тации методами полевой археологии и радиоуглеродного датирования.

Литейные формы на поселениях Оренбургского Предуралья изготовлены из песка. На Покровском поселении обнаружены четыре обломка литейных форм. Два из них использовались для отливки ножей с листовидным лезвием (рис. 6: 1–2). Два других представляют собой фрагменты одной формы для изготовления горнопроходческого орудия (рис. 6: 3). На поселении у с. Габдрафиково была обнаружена форма для отливки тонких прутьев-заготовок для шильев, рыболовных крючков и прочих изделий (рис. 6: 5) (Faizulin et al., 2023). Недавняя находка с поселения у с. Камышовка, обнаруженная в 2023 году, является фрагментом литейной формы кайла-кирки (рис. 6: 4). Литейные формы горнопроходческих орудий свидетельствуют о добыче руды населением, которое оставило данные поселения. Ближайшей аналогией являются изделия с поселения Горный (Кузьминых, 2004, с. 134–141, рис. 5.5), рудника Воровская Яма.

На поселениях Оренбургского Предуралья встречены и другие свидетельства древнего металлопроизводства. На Родниковом поселении было найдено два керамических сопла – глиняные трубки (рис. 7: 7–8), через которые закачивался воздух в медеплавильную печь или горн (Купцова, Файзуллин, 2012, с. 98, рис. 24. 5–6). Отметим, что это единственные изделия подобного типа, найденные в регионе вне поселения Горный.

Слитки и металлические изделия. Наиболее распространёнными металлическими изделиями поселений Оренбургского Предуралья являются различные по размерам и формам шилья, бытовые ножи, рыболовные крючки, скобы, а также капли, сплески и заготовки. Одной из косвенных задач исследования является приблизительная оценка культурно-хронологического интервала металлокомплекса по типологии изделий.

На Родниковом поселении в этом плане интерес представляют два ножа (Купцова, Файзуллин, 2012). Двулезвийный нож-кинжал (рис. 7: 1) имел длину 32 см и максимальную ширину 3 см. По всей видимости, в древности у кинжала была рукоять, которая в ходе использования была отломлена, ввиду этого для дальнейшего использования была затуплена часть лезвия длиной 7 см. Предпо-

Таблица 2. Содержание некоторых химических элементов в образцах металлургических шлаков Южного Предуралья по данным РФА, мас. %.

Table 2. Content of some chemical elements in samples of metallurgical slag from the Southern Fore-Urals according to XRF, wt. %.

Геохимическая ассоциация	Кол-во образцов	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Cu	Ba
Ca-Ba-Sr-Zr	154	0.8-2.8 1.6(1.6)	2.1-5.7 3.4(3.3)	6.8-26 14(13.6)	0.1-1.3 0.3(0.3)	0.1-1.3 0.4(0.4)	0.4-2.8 1(0.9)	1.5-27 6.9(6.3)	1.6-22 9.3(8.9)	0.5-30.5 10.8(10.2)	0-10.5 2.5(2.2)
Fe-Cr-Ni-As	9	1.3-4.9 2.8(1.7)	1.1-3.9 2.8(2.8)	6.5-18.6 14.2(15.1)	0.1-0.7 0.2(0.2)	0.1-0.7 0.4(0.4)	0.2-1.6 0.6(0.7)	1.5-7.7 3.6(3.6)	2.7-33 21.5(23)	0.04-28.3 5.1(1.1)	-

Таблица 2 (продолжение). Содержание некоторых химических элементов в образцах металлургических шлаков Южного Предуралья по данным РФА, ppm

Table 2 (continued). Content of some chemical elements in samples of metallurgical slags from the Southern Urals according to XRF, ppm

Геохимическая ассоциация	Кол-во образцов	Cr	Mn	Ni	Zn	As	Rb	Sr	Zr	Mo	Pb
Ca-Ba-Sr-Zr	154	140-1100 410(370)	0-1700 550(530)	0-137 24(0)	0-700 110(90)	0-315 66(53)	0-75 30(30)	300-5400 1650(1680)	60-450 220(210)	0-430 160(145)	20-900 95(70)
Fe-Cr-Ni-As	9	115-3300 1900(2500)	120-1700 530(330)	0-290 170(220)	0-800 200(150)	30-1850 400(200)	0-50 15(15)	25-560 280(230)	8-100 50(50)	0-40 25(25)	0-100 30(30)

Примечание: данные в таблице приведены по: мин.знач.-макс.знач.
среднее(медиана)

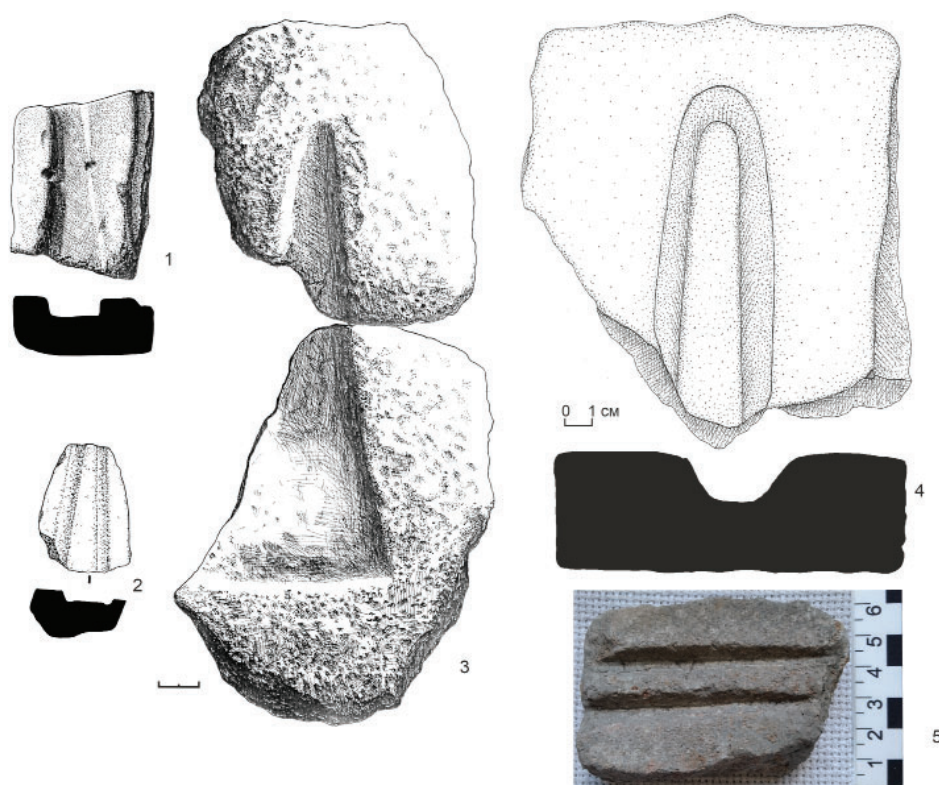


Рис. 6. Литейные формы поселений бронзового века Оренбургского Предуралья.

1-3 – Покровское поселение; 4 – поселение у с. Камышовка; 5 – поселение у с. Габдрафиково.

Fig. 6. Casting molds of the Orenburg Fore-Urals Bronze Age settlements.

1-3 – Pokrovskoe settlement; 4 – settlement at the village of Kamyshovka; 5 – settlement at the village of Gabdrafikovo.

жительно, кинжал использовался для хозяйственных нужд. Аналогия изделию была обнаружена на поселении Осиновые ямы на территории Самарского Поволжья (Агапов, Васильев, 1976, с. 113–135). Второй нож – однолезвийный, с выгнутым обухом (рис. 7: 2) – имел длину 16,5 см, ширина в районе рукояти 2 см, в средней части 2,7 см. В 2023 г. в ходе разведочных работ близкий по форме нож длиной 13,5 см и шириной в средней части 2,5 см был обнаружен на поселении у с. Камышовка (рис. 7: 3) (Файзуллин и др., 2024). Подобные изделия были найдены на поселениях Кулевчи III (Виноградов, 1981, с. 94–99) и Петровка (Зданович, 1983, с. 58), также они схожи с ножами с выделенной рукоятью и асимметричным однолезвийным клинком эпохи финальной бронзы (Петров 2023, с. 21).

На Ивановском поселении наиболее интересными являются слабоизогнутые серпы с закругленными концами и клиновидным сечением (Дергачев, Бочкарев, 2002, с. 36–37). Длина одного из них 22,3 см, ширина 2,3 см

(рис. 7: 4), длина второго – 22,8 см, ширина 3,2 см (рис. 7: 5). Авторы отнесли изделия к уральской группе серпов петровского типа, которые хронологически соответствуют синташтинской, петровской и покровской культурам первой половины II тыс. до н. э. Достаточно редкой находкой на Ивановском поселении является втульчатый крюк (рис. 7: 6), на рассматриваемой территории это единственная подобная находка. Аналогии данному изделию имеются в материалах памятников поздней бронзы Среднего Поволжья (Моечное озеро) (Алихов, 1958, с. 161–162) и Среднего Дона (Мосоловское) (Пряхин, Сагайдак, 1975, с. 179).

Не касаясь культурно-хронологической привязки металлокомплекса стоит выделить одну из новейших находок – медный слиток подквадратной формы, обнаруженный на поселении у с. Камышовка в 2023 г. (Файзуллин и др., 2024). Слиток имеет размер 15×16 см и массу 1,8 кг. На памятниках позднего бронзового века находки слитков такого размера крайне редки, за исключением кладов

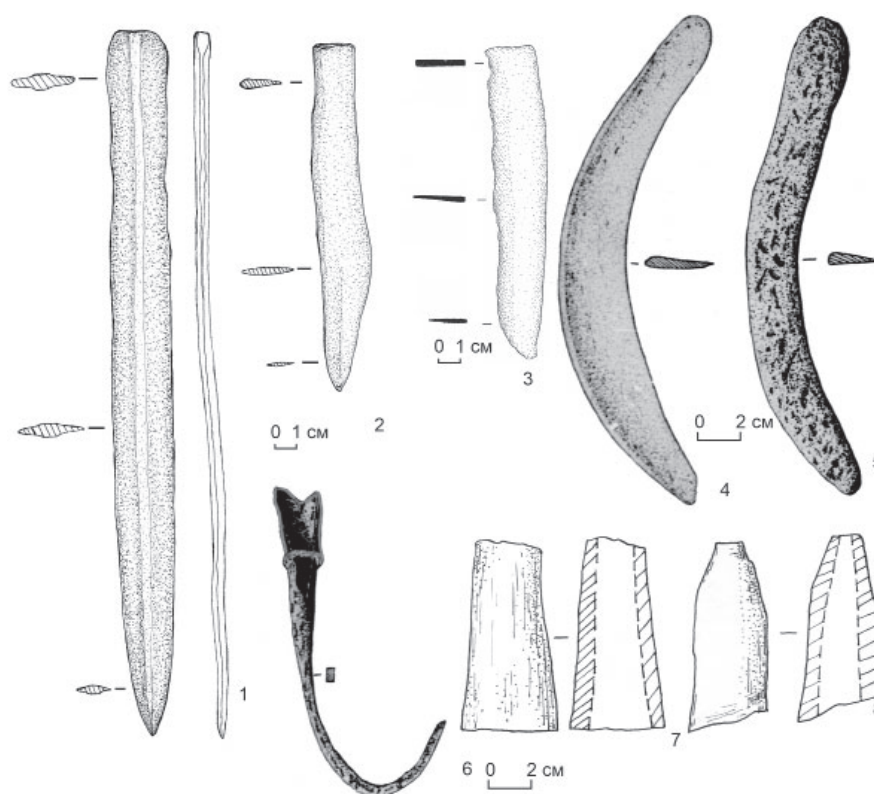


Рис. 7. Металлические изделия и сопла с поселений бронзового века Южного Предуралья.

1 – нож-кинжал, поселение Родниковое; 2 – нож с выгнутым обухом, Родниковое поселение; 3 – нож с выгнутым обухом, поселение у с. Камышовка; 4-5 – бронзовые серпы, Ивановское поселение; 6 – втульчатый крюк, Ивановское поселение; 7-8 – керамические сопла, Родниковое поселение.

Fig. 7. Metal items and nozzles from the Southern Fore-Urals Bronze Age settlements. 1 – knife-dagger, Rodnikovoe settlement; 2 – knife with a curved butt, Rodnikovoe settlement; 3 – knife with a curved butt, settlement at the village of Kamyshevka; 4-5 – bronze sickles, Ivanovskoe settlement; 6 – socket hook, Ivanovskoe settlement; 7-8 – ceramic nozzles, Rodnikovoe settlement.

Оренбургского Предуралья (Обыденнов 1996, с. 101), а также похожих артефактов с поселения Горный (Кузьминых 2004, с. 92–94, рис. 2.17).

Краткие выводы

Подводя итог, можно заключить, что металлургическое производство в Западном Оренбуржье позднего бронзового века было интенсивным даже на удалении от Каргалинского горно-металлургического центра и полосы распространения основных месторождений медистых песчаников. Указанные поселения были обеспечены множеством более мелких месторождений меди и не испытывали нехватку рудного сырья. На всех поселениях фиксируются следы металлургии и металлообработки, на некоторых присутствуют сегменты горно-обогажительного цикла (Токское, у с. Староюлдашево). Наличие специализированных построек (Токское) свидетельствуют о сильной вовлеченности

населения в эту отрасль хозяйства. Высокий уровень металлургии позволил местному населению повысить уровень и других производств. К примеру, появление широкого спектра металлических орудий позволило мастерам косторезного дела в позднем бронзовом веке расширить ассортимент изготавливаемых орудий из кости.

Минералого-геохимическое исследование металлургических шлаков позволило выявить высокую унифицированность технологии выплавки меди в позднем бронзовом веке металлургами срубной культуры. Между тем на некоторых многослойных поселениях (Турганинское, у пос. Габдрафиково) фиксируются шлаки от архаичной технологии выплавки мышьяковой бронзы, предположительно относящиеся к концу III – началу II тыс. до н. э. – времени бытования абашевской, покровской, синташтинской культур в Оренбургском Предуралье. Это не противоре-

чит наблюдениям типологии металлических предметов, которые на поселениях Западного Оренбуржья охватывают широкий интервал II тыс. до н. э. Эта гипотеза должна быть доказана с привлечением методов полевой археологии, радиоуглеродного AMS-датирования и минералого-геохимических исследований.

Благодарности:

Выражаем благодарность Земцову Григорию Леонидовичу за возможность поработать с коллекциями поселений у сел Дальний и Староюлдашево, которые в настоящее время не опубликованы.

ЛИТЕРАТУРА

Агапов С.А., Васильев И.Б. Новые поселения срубной культуры в Куйбышевском Заволжье // Очерки истории и культуры Поволжья. Вып. 2 / Отв. ред. Е.И. Медведев. Куйбышев: Куйбышев. гос. ун-т, 1976. С. 113–135.

Артёмьев Д.А., Анкушев М.Н., Степанов И.С., Виноградов Н.Б., Алаева И.П., Анкушева П.С., Корякова Л.Н., Наумов А.М. Геохимия металлургической группы «чистой» меди: индикатор источников медной руды на Урале в позднем бронзовом - раннем железном веках // Археология, этнография и антропология Евразии. 2024. № 52(2). С. 74–83.

Блинов И.А. Химический и минеральный состав сульфидных конкреций из медистых песчаников Михайловского и Белоусовского древних рудников (Оренбургское Приуралье) // Минералогия. 2020. Т. 6. № 4. С. 35–45.

Виноградов Н.Б. Кулевчи III – памятник петровского типа в Южном Зауралье // КСИА. № 169 / Отв. ред. И.Т.Кругликова. М.: Наука, 1982. С. 94–100.

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

Дергачев В.А., Бочкарев В.С. Металлические серпы поздней бронзы Восточной Европы. Кишинев: Высшая антропологическая школа, 2002. 348 с.

Дегтярева А.Д., Рындина Н.В. Модели цветного металлопроизводства западной и восточной зон ямной культурно-исторической области // КСИА. 2019. № 256. С. 58–74.

Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В. Металл абашевской культуры Среднего Подонья // Археология Евразийских степей. 2022. № 2. С. 151–167.

Зданович Г.Б. Основные характеристики петровских комплексов Урало-Казахстанских степей (к вопросу о выделении петровской культуры) // Бронзовый век степной полосы Урало-Иртышского междуречья / Отв. ред. Г.Б. Зданович. Челябинск: БашГУ, 1983. С. 48–68.

Кузьминых С.В. Глава 2. Металл и металлические изделия // Каргалы. Т. III / Ред и сост. Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2004. С. 76–100.

Купцова Л. В., Файзуллин И.А. Родниковое поселение позднего бронзового века в Западном Оренбуржье // Археологические памятники Оренбуржья. Вып. 10 / Отв. ред. Н.Л. Моргунова. Оренбург: ОГПУ, 2012. С. 70–100.

Лурье А.М. Генезис медистых песчаников и сланцев. М.: Наука, 1988. 182 с.

Моргунова Н.Л. Металлопроизводство и его роль в культурогенезе Волго-Уралья на рубеже энеолита и раннего бронзового века // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2021. Т. 66. Вып. 4. С. 1248–1269.

Турганикское поселение в Оренбургской области / Отв. ред. Н.Л. Моргунова. Оренбург: изд. центр ОГАУ, 2017. 300 с.

Моргунова Н.Л., Порохова О.И. Поселения срубной культуры в Оренбургской области // Поселения срубной общности / Археология восточноевропейской лесостепи. Вып. 8 / Отв. ред. Отв. ред. А.Д. Пряхин. Воронеж, ВГУ, 1989. С. 160–172.

Моргунова Н.Л., Халяпин М.В. Новые исследования памятников эпохи бронзы в Центральном Оренбуржье // Абашевская культурно-историческая общность: истоки, развитие, наследие: материалы междунар. науч. конф. (Чебоксары, 26–30 мая 2003 г.) / Ред. кол. В.С. Бочкарев и др. Чебоксары: ЧГИГН, 2003. С. 225–229.

Моргунова Н.Л., Халяпин М.В., Халяпина О.А. II Кузьминковское поселение эпохи бронзы // Археологические памятники Оренбуржья. Вып. V / Отв. ред. Н.Л. Моргунова. Оренбург: ОГПУ, 2001. С. 99–126.

Обыденнов М.Ф. Сведения о находках металлических изделий бронзового века на Южном Урале // Актуальные проблемы древней истории и археологии Южного Урала / Ред. Н.А. Мажитов, М.Ф. Обыденнов. Уфа: Восточный университет, 1996. С. 105–123.

Петров Ф.Н. К вопросу о типологии режущих и колюще-режущих металлических орудий бронзового века Южного Зауралья // *Magistra Vitae*: электронный журнал по историческим наукам и археологии. 2023. № 2. С. 7–44.

Пряхин А.Д., Сагайдак В.И. Металлообрабатывающая мастерская на поселении срубной культуры // СА. 1975. № 2. С. 176–187.

Татаринов С.И. Сезонное жилище горняков-металлургов эпохи бронзы у села Пилипчатино в Донбассе // СА. 1988. № 4. С. 96–113.

Файзуллин И.А. Строительные традиции населения позднего бронзового века на территории Оренбургского Предуралья // Археология Казахстана. 2024. № 2(24). С. 44–69.

Файзуллин И.А., Анкушев М.Н., Блинов И.А., Артемьев Д.А. Металлургические шлаки и металлические изделия на Покровском поселении позднего бронзового века в Оренбургском Предуралье // Геоархеология и археологическая минералогия – 2023 / Отв. ред. Н.Н. Анкушина, А.М. Юминов. Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 2023. С. 211–218.

Черных Е.Н. Каргалинский горно-металлургический комплекс // Древнейшие этапы горного дела и металлургии в Северной Евразии: Каргалинский комплекс (Москва, 1–3 марта 2002). М: ИА РАН, 2002. С. 7–11.

Черных Е.Н. Формирование Евразийского степного пояса скотоводческих культур: взгляд сквозь призму археометаллургии и радиоуглеродной хронологии // Археология, антропология и этнография Евразии. 2008. № 3(35). С. 36–53.

Ankushev M.N., Artemyev D.A., Blinov I.A., Bogdanov S.V. Bronze Age metallurgical slags from the South Urals: types, mineralogy and copper sources // *Periodico di Mineralogia*. 2021a. № 90. P. 173–193.

Ankushev M.N., Faizullin I.A., Blinov I.A. Metallurgical Slags of Rodnikovoe Late Bronze Age Settlement. In: Yuminov, A., Ankusheva, N., Ankushev, M., Zaykova, E., Artemyev, D. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. GAM 2019. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham. 2021b. P. 117–124.

Ankushev M.N., Faizullin I.A., Artemyev D.A., Blinov I.A. Metalworking and Metallurgical Slags in Tokskoe Late Bronze Age Settlement // Ankusheva, N., Chechushkov, I.V., Stepanov, I., Ankushev, M., Ankusheva, P. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham. 2022. P. 41–52.

Ankushev M.N., Faizullin I.A., Blinov I.A., Artemyev D.A. Metallurgical Slags of the II Kuzminkovskoe Bronze Age Settlement (Southern Cis-Urals). In: Ankusheva, N., Chechushkov, I.V., Epimakhov, A., Ankushev, M., Ankusheva, P. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. GAM 2022. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham. 2023. P. 244–252.

Ankusheva P.S., Zazovskaya E.P., Yuminov A.M., Ankushev M.N., Alaeva I.P., Epimakhov A.V. Radiocarbon chronology of Bronze Age mines in the Southern Trans-Urals: first results // *Archaeological and Anthropological Science*. 2022. № 14. P. 218.

Faizullin I.A., Trukhanov V.V., Ankushev M.N., Blinov I.A. Metallurgy and Metalworking in the Late Bronze Age Settlement Near the Gabdrafikovo Village (Orenburg Cis-Urals Territory, Russia). In: Ankusheva, N.N., Chechushkov, I.V., Epimakhov, A.V., Ankushev, M.N., Ankusheva, P.S. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy—2021. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham. 2023. P. 227–235.

Информация об авторах:

Анкушев Максим Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, младший научный сотрудник, Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук (г. Миасс, Россия); ankushev_maksim@mail.ru

Файзуллин Ильдар Асхатович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Оренбургский государственный педагогический университет (г. Оренбург, Россия); ildar-1988@mail.ru

REFERENCES

- Agapov, S.A., Vasiliev, I. B. 1976. In Medvedev, E. I. (ed.). *Ocherki istorii i kul'tury Povolzh'ia* (Essays on the History and Culture of the Volga Region). 2. Kuybyshev: Kuybyshev State Pedagogical Institute, 113–135 (in Russian).
- Artemyev, D. A. Ankushev, M. N., Stepanov, I. S., Vinogradov, N. B., Alaeva, I. P., Ankusheva, P. S., Koryakova, L. N., Naumov, A. M. 2024. In *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* (Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia) 52 (2), 74–83 (in Russian).
- Blinov, I.A. 2020. In *Mineralogiya* (Mineralogy), 6 (4), 35–45 (in Russian).
- Vinogradov, N. B. 1982. In Kruglikova, I. T. (ed.). *Kratkie soobshcheniya instituta arkheologii* (Brief Communications of the Institute of Archaeology) 169. Moscow: "Nauka" Publ., 94–100 (in Russian).
- Grigor'ev, S. A. 2013. *Metallurgicheskoe proizvodstvo v Severnoy Evrazii v epokhu bronzy* (Metallurgical Production in Northern Eurasia in the Bronze Age). Chelyabinsk: "Tsitsero" Publ. (in Russian).
- Dergachev, V. A., Bochkarev, V. S. 2002. *Metallicheskie serpy pozdney bronzy Vostochnoy Evropy* (Metal sickles of the Late Bronze Age of Eastern Europe). Chisinau: "Vysshaya antropologicheskaya shkola" Publ. (in Russian).
- Degtyareva, A. D., Ryndina, N. V. 2019. In *Kratkie soobshcheniya instituta arkheologii* (Brief Communications of the Institute of Archaeology) 256, 58–74 (in Russian).
- Degtyareva, A. D., Kuz'minykh, S. V. 2022. In *Arkheologiya Evraziiskikh stepei* (Archaeology of Eurasian Steppes) 2, 151–167 (in Russian).
- Zdanovich, G. B. 1983. In Zdanovich, G. B. (ed.). *Bronzoviy vek stepnoy polosity Uralo-Irtyshskogo mezhdurech'ya* (The Bronze Age in the Steppe Zone of the Ural-Irtysh Interfluve). Chelyabinsk: Bashkir State University, 48–68 (in Russian).
- Kuz'minykh, S. V. 2004. In Chernykh, E. N. (ed.). *Kargaly* (Kargaly) III. Moscow: "Yazyki slavianskoi kul'tury" Publ., 76–100 (in Russian).
- Kuptsova, L. V., Fayzullin, I. A. 2012. In Morgunova, N. L. (ed.). *Arkheologicheskie pamiatniki Orenburzh'ia* (Archaeological Sites of Orenburg Region) 10. Orenburg: Orenburg State Pedagogical University, 70–100 (in Russian).
- Lur'ye, A.M. 1989. *Genezis medistyykh peschanikov i slantsev* (Genesis of copper sandstones and slates). Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).
- Morgunova, N. L. 2021. In *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Istoriya. (Vestnik of Saint Petersburg University. History. Series)* 66 (4), 1248–1269 (in Russian).
- Morgunova, N. L. (ed.). 2017. *Turganiskoe poselenie v Orenburgskoi oblasti* (Turganik settlement in Orenburg Oblast). Orenburg: "OGAU" Publ. (in Russian).
- Morgunova, N. L., Porokhova, O. I. 1989. In Pryakhin, A. D. (ed.). *Poseleniya srubnoy obshchnosti* (Settlements of the Srubnaya community). Series: *Arkheologiya Vostochnoevropeiskoi lesostepi* (Archaeology of the East-European Forest-Steppe Zone) 8. Voronezh: Voronezh State University, 160–172 (in Russian).
- Morgunova, N. L., Khalyapin, M. V. 2003. In Bochkarev, V. S. et al (eds.). *Abashevskaya kul'turno-istoricheskaya obshchnost': istoki, razvitiye, nasledie* (The Abashevo cultural and historical communion: Genesis, Development, Heritage). Chelboksary: Chuvash State Research Institute for Humanities, 225–229 (in Russian).
- Morgunova, N. L., Khalyapin, M. V., Khalyapina, O. A. 2001. In Morgunova, N. L. (ed.). *Arkheologicheskie pamiatniki Orenburzh'ia* (Archaeological Sites of Orenburg Region) 5. Orenburg: Orenburg State University, 99–126 (in Russian).
- Obydenov, M. F. 1996. In Mazhitov, N. A., Obydenova, M. F. (ed.). *Aktual'nye problemy drevnei istorii i arkheologii luzhnogo Urals* (Current Issues of Ancient History and Archaeology of the Southern Urals). Ufa: "Vostochnyi universitet" Publ., 105–123 (in Russian).
- Petrov, F. N. 2023. In *Magistra Vitae* (2), 7–44 (in Russian).
- Pryakhin, A. D., Sagaydak, V. I. 1975. In *Sovetskaya Arkheologiya* (Soviet Archaeology) (2), 176–187 (in Russian).
- Tatarinov, S. I. 1988. In *Sovetskaya Arkheologiya* (Soviet Archaeology) (4), 96–113 (in Russian).
- Fayzullin, I. A. 2024. In *Arkheologiya Kazakhstana* (Kazakhstan Archaeology) 24 (2), 44–69 (in Russian).

Fayzullin, I.A., Ankushev, M.N., Blinov, I.A., Artem'yev, D.A. 2023. In Ankusheva, N. N., Yuminov, A.M. (eds.). *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya – 2023 (Geoarchaeology and Archaeological mineralogy – 2023)*. Miass; Chelyabinsk: South Ural State University of Humanities and Pedagogy, 211–218 (in Russian).

Chernykh, E. N. 2002. *Drevnejshie etapy gornogo dela i metallurgii v Severnoj Evrazii: Kargalinskij kompleks (Moskva, 1–3 marta 2002) (The most ancient stages of mining and metallurgy in Northern Eurasia: Kargaly mining-metallurgical complex (Moscow, March 1-3, 2002))*. Moscow: Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, 7–11 (in Russian).

Chernykh, E. N. 2008. In *Arkheologiya, étnografiya i antropologiya Evrazii (Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia)* 3 (35), 36–53 (in Russian).

Ankushev, M. N., Artemyev, D. A., Blinov, I. A., Bogdanov, S. V. 2021. In *Periodico di Mineralogia* (90), 173–193 (in English).

Ankushev, M. N., Faizullin, I. A., Blinov, I.A. 2021. In Yuminov, A., Ankusheva, N., Ankushev, M., Zaykova, E., Artemyev, D. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. GAM 2019*. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 117–124

Ankushev, M. N., Faizullin, I. A., Artemyev, D. A., Blinov, I. A. 2022. In Ankusheva, N., Chechushkov, I. V., Stepanov, I., Ankushev, M., Ankusheva, P. (eds.). *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy*. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 41–52.

Ankushev, M.N., Faizullin, I.A., Blinov, I.A., Artemyev, D.A. (2023). Metallurgical Slags of the II Kuzminkovskoe Bronze Age Settlement (Southern Cis-Urals). In: Ankusheva, N., Chechushkov, I.V., Epimakhov, A., Ankushev, M., Ankusheva, P. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. GAM 2022*. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 244–252

Ankusheva, P. S., Zazovskaya, E. P., Yuminov, A. M. Ankushev, M. N., Alaeva, I. P., Epimakhov, A. V. 2022. In *Archaeological and Anthropological Science* (14), 218 (in English).

Faizullin, I.A., Trukhanov, V.V., Ankushev, M.N., Blinov, I.A. (2023). Metallurgy and Metalworking in the Late Bronze Age Settlement Near the Gabdrifikovo Village (Orenburg Cis-Urals Territory, Russia). In: Ankusheva, N.N., Chechushkov, I.V., Epimakhov, A.V., Ankushev, M.N., Ankusheva, P.S. (eds) *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy—2021*. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. P. 227–235

About the Author:

Ankushev Maksim N., Candidate of geological and mineralogical sciences, junior researcher, South Ural Federal Scientific Center of Mineralogy and Geoecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ankushev_maksim@mail.ru

Fayzullin Ildar A., Candidate of Historical Sciences, Orenburg State Pedagogical University, senior researcher, ildar-1988@mail.ru



Статья поступила в журнал 01.04.2025 г.
Статья принята к публикации 01.06.2025 г.