

Научная статья / Research Article

УДК 903.05(470.55/.58)

[https://doi.org/10.14258/tpai\(2026\)38\(1\).-09](https://doi.org/10.14258/tpai(2026)38(1).-09)

EDN: OYAEYU

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ В ЗОЛОТООРДЫНСКОЕ ВРЕМЯ ПО МАТЕРИАЛАМ СЕЛИЩА ЯБАЛАКЛЫ-1 И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПАМЯТНИКОВ БЕЛЬСКО- УРШАКСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Андрей Романович Смертин¹, Евгений Владимирович Русланов^{2*}

¹Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук; Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия; arsmertin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8635-2661>

²Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Уфа, Россия; butleger@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0387-3360>

*Автор ответственный за переписку

Резюме. Изучение технологии ремесленного производства относится к приоритетным темам в археологии, в связи с этим большой интерес представляет изучение материалов из средневековых бытовых и производственных памятников. Произведен анализ новых артефактов — изделий черной металлургии с целью характеристики сырьевой базы, производственных площадок, а также связей между средневековыми памятниками XIII–XIV вв., территориально приуроченными к Республике Башкортостан, Бельско-Уршацкому водоразделу, селищу Ябалаклы-1 чияликской культуры. РФА и археометаллографический анализ шлаков и изделий позволили выявить особенности технологии черной металлургии. Большая часть поковок были качественно изготовлены. В качестве сырья использовались железо (простое и фосфористое), сталь (сырцовая и цементованная). Наиболее высококачественными являлись ножи и тесло, произведенные по технологическим схемам наварки, трехслойного пакета, целиком из стали. Единично зарегистрированы изделия низкого качества, с большим количеством шлаков в теле предмета и следами перегревов. К ним относятся серп и стремена. Литейный состав для производства котлов характеризуется белым и серым чугуном. Изученные шлаки имели неоднородный химический состав. Выявлены особые шлаки чугунолитейного производства. Продолжение работы в данном территориально-хронологическом диапазоне позволит уточнить режимы металлургической плавки и характер кузнечного ремесла Южного Урала.

Ключевые слова: металлургия, металлообработка, железо, чугун, шлак, металлография, РФА, средневековье, Южный Урал

Благодарности: работа подготовлена при финансовой поддержке гранта РНФ № 23–78–10057 «Динамика культурного развития и освоения Южного Урала с древности и до вхождения в состав России (IV в. до н. э. — XVI в.): междисциплинарное археологическое исследование» (Русланов Е.В.).

Исследование технологии выполнено в рамках гос. темы «Этнокультурные процессы в центре Евразии: археология и этнография Урала». Рег. номер: 124021500047–2 (Смертин А.Р.).

Для цитирования: Смертин А.Р., Русланов Е.В. Технологические особенности черной металлургии на Южном Урале в золотоордынское время по материалам селища Ябалаклы-1 и производственных памятников Бельско-Уршакского междуречья // Теория и практика археологических исследований. 2026. Т. 38, № 1. С. 164–183. [https://doi.org/10.14258/tpai\(2026\)38\(1\).-09](https://doi.org/10.14258/tpai(2026)38(1).-09)

TECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF FERROUS METALLURGY IN THE SOUTHERN URALS IN THE GOLDEN HORDE PERIOD BASED ON THE MATERIALS FROM THE YABALAKLY-1 SETTLEMENT AND PRODUCTION SITES OF THE BELSKO-URSHAK INTERFLUVE

Andrey R. Smertin¹, Evgeny V. Ruslanov^{2*}

¹Perm Federal Research Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences;
Perm State National Research University, Perm, Russia;
arsmertin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8635-2661>

²Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia;
butleger@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0387-3360>

*Corresponding Author

Abstract. The study of craft production technology is a priority topic in archaeology, and therefore, the examination of materials from medieval domestic and production sites is of great interest. This research considers the analysis of new materials for characterizing the raw material base, iron smelting sites, and the interconnections between metallurgical sites of the 13th-14th centuries, geographically located within the Belsko-Urshak watershed and materials from the Yabalakly-1 settlement of Chiyalik culture. X-ray and archepmetallographic analysis of slag and artifacts allowed for the determination of technological features of ferrous metallurgy. The majority of items were of high-quality forging. The raw materials used included simple and phosphorescent iron, bloomery and cemented steel. Knives and adzes were distinguished by their high quality. Several well-reproduced technological schemes were identified on them: solid steel, forge welding, and three-layer composite. In isolated cases, poorly made forgings with a large number of slag inclusions and signs of overheating were recorded. Among these were sickles and stirrups. It was established that cauldrons were cast from white and gray cast iron. The studied slags had a heterogeneous chemical composition. Special iron foundry slags have been identified. The continuation of work in this territorial and chronological range will make it possible to clarify the modes of metallurgical smelting and the nature of the blacksmithing craft of the Southern Urals.

Keywords: metallurgy, metalworking, iron, cast iron, slag, metallography, XRF, Middle Ages, Southern Urals

Acknowledgements: the work was carried out with financial support from the Russian Science Foundation No. 23-78-10057 “Dynamics of Cultural Development and Settlement of the Southern Urals from Antiquity to the Accession to Russia (4th century BC — 16th century): an Interdisciplinary Archaeological Study” (Ruslanov E.V.).

The study of technology was carried out within the framework of the state topic “Ethnocultural Processes in the Center of Eurasia: Archaeology and Ethnography of the Urals”. Reg. number: 124021500047-2 (Smertin A.R.).

For citation: Smertin A.R., Ruslanov E.V. Technological Peculiarities of Ferrous Metallurgy in the Southern Urals in the Golden Horde Period Based on the Materials from the Yabalakly-1 Settlement and Production Sites of the Belsko-Urshak Interfluve. *Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovaniy = Theory and Practice of Archaeological Research*. 2026;38(1):164–183. (In Russ.). [https://doi.org/10.14258/tpai\(2026\)38\(1\).-09](https://doi.org/10.14258/tpai(2026)38(1).-09)

Введение

Для глубокого осмысления динамики развития черной металлургии ключевую роль играет всестороннее исследование изделий из черного и цветного металлов, шлаков, следов производства в виде остатков печей, обнаруженных на археологических памятниках Средневековья. Междисциплинарные исследования в области археометаллургии направлены на реконструкцию разных аспектов процесса производства и использования металлов древним населением разных территорий. Это направление способно демонстрировать интересные результаты при условии интеграции достижений множества дисциплин на археологическом научном поле: обширная область знаний, охватывающая материаловедение, минералогию, геохимию, физическую химию и множество других смежных дисциплин, находит практическое применение, например, в технологических исследованиях металлических изделий посредством археометаллографического анализа. Материалы Южного Урала демонстрируют выразительные коллекции артефактов. Особое место среди них занимают объекты, связанные с черной металлургией, включая как готовую продукцию, так и отходы, возникшие в результате производства железа, литья чугуна и кузнечного дела.

Основные достижения в исследовании средневековой металлургии в этом регионе принадлежат С.В. Рязанову. Среди них как металлографическое изучение отдельных выборок железных изделий (Рязанов, 2003, 2012, 2025) и публикация общих вопросов, связанных с производством железа (Рязанов, 2009б, 2011), так и полноценное диссертационное исследование по проблеме чугунолитейного производства (Рязанов, 1997, 2008, 2009а). Исследования Сергея Владимировича внесли существенный вклад в понимание средневековой металлургии Южного Урала. Им были идентифицированы крупные металлургические центры (Алексеевка-1, Асавбашево-1, Сосновка-1, Шланлы-1, Ярук и др.), обнаружены печи для плавки металла. Автор смог реконструировать полный цикл производства — от добычи руды до производства готовых изделий из железа, стали и чугуна. Одним из важных достижений работ является доказательство связи генезиса черной металлургии Южного Урала с болгарской экспансией, результатом чего стало заимствование металлургических практик.

В контексте новых археологических раскопок и накопления информации по эпохе раннего железа и Средневековья появляются новые исследовательские задачи. Одной из них является продолжение междисциплинарных изысканий в области металлургии (Артемьев и др., 2024, с. 47–55; Русланов и др., 2024; Русланов, 2025, с. 190–195; Русланов, Смертин, 2025, с. 159–161; Анкушев и др., 2020; Петров и др., 2023; Krymskiy et al., 2024, p. 78–94).

Целью данного исследования является проведение металлографического и рентгенофлуоресцентного анализа изделий и шлака с бытовых и производственных памятников золотоордынского времени, сравнение полученных показателей между собой для ответа на вопрос о потенциальной связи между поселениями и металлургическими центрами, а также реконструкции особенностей технологии производства.

Материалы и методы

Основу для исследования составили металлические изделия и шлак из коллекций селища Ябалаклы-1, выявленного Золотоордынской археологической экспедицией ИИЯЛ УФИЦ РАН под руководством Е.В. Русланова в 2021 г. Объект культурного наследия располагается в 1,17 км к северу от с. Ябалаклы (Республика Башкортостан). Площадка памятника ровная, занимает часть левого высокого берега р. Дема. Общая площадь селища около 10 га. Раскопками изучена восточная прибрежная часть селища. В течение 2023–2025 гг. вскрыто свыше 150 кв. м, исследованы хозяйственные и производственные ямы, погребение. По совокупности археологических и радиоуглеродных данных время существования памятника ограничено в пределах 2-й половины XIII–XIV в. Селище относится к кругу древностей чияликской культуры (Русланов, 2023, с. 118–130).

Из-за небольшого количества шлаков с селища были привлечены образцы с синхронных производственных комплексов, расположенных в 35–40 км к юго-востоку в Аургазинском и Стерлитамакском районах Башкортостана. Комплексы датируются XIV в., все они расположены в пределах Прибельской увалисто-волнистой равнины, на Бельско-Уршакском водоразделе (Рязанов, 2009а, с. 27–28).

Главная часть исследования проводилась по стандартной методике металлографического анализа, основы которого были заложены Б.А. Колчиным и развиты его многочисленными последователями (Завьялов, 2016, с. 252–278). Образцы вырезались ручным инструментом с рабочей или другой наиболее информативной части изделий и шлаков. Продукция кузнечного ремесла и чугунолитейного производства была изучена на специализированном металловедческом оборудовании для определения микроструктур металла: на металлографическом микроскопе Биоптик ВМІ-200 с увеличением кратностью 50–1000, на микротвердомере Полилаб МТ-1 с десятисекундной нагрузкой 100 г на каждую зафиксированную в изделии структуру металла (по Виккерсу).

Вспомогательно в работе был задействован рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Он выполнялся при помощи портативного прибора Bruker Sorter 1 для определения элементного состава металлов (в масс. доле% в диапазоне от Ti до U) по принципу расшифровки прибором спектров выхода флуоресцентного излучения, возбуждаемых рентгеновским лучом (Тишкин, Хаврин, 2006, с. 74–75). Подготовка к анализу заключалась в очистке и раскалывании шлаков для обнажения чистой внутренней части конкреции, измерение проводилось по нескольким пробам, значения которых усреднялись.

Всего для металлографического анализа отобрано 19 образцов кузнечных и литейных изделий: ножи (5 экз.), серп (1 экз.), тесло (1 экз.), гвоздь (1 экз.), пряжка (1 экз.), стремя (1 экз.), чугунные котлы (9 экз.). Морфологически исследовано 22 фрагмента шлаков, из которых было избрано шесть образцов для подготовки аншлифов к металлографическому исследованию и РФА.

Результаты

Металлургических печей на Южном Урале, которые можно надежно связать с железоделательным и/или чугунолитейным производством, известно достаточно мало. В основном они разрушены пахотой, их интерпретация затруднена. Одну из наиболее подробных реконструкций печей XIV в. предлагает С.В. Рязанов. На площадке ме-

таллургического комплекса Ярук изучен объект, состоящий из двух печей (раскоп III). Сооружения были расположены рядом, соединены с единой предгорновой ямой. Печи колбообразной формы, свод составлен сырцовыми кирпичами, в стенки были вставлены четыре глиняных сопла, с одной из сторон было предусмотрено отверстие для выема крицы. Дополнительно с внешней стороны конструкции была предусмотрена футеровка. Она выполнена по кругу изогнутыми наружу кирпичами с послойной внутренней глиняной обмазкой. Предгорновая яма была заполнена большим количеством шлаков, фрагментов конструкции печи, слитками металла. По мнению С.В. Рязанова, печи предназначались для производства черного металла сыродутным способом (Рязанов, 2009б, с. 481–483).

Ввиду плохой сохранности конструкций, связанных с металлургией, одним из важнейших источников для изучения производства являются шлаки.

Выше уже была обозначена проблема недостаточности находок металлургических шлаков на селище Ябалаклы-1. Поэтому в исследовании задействованы образцы с производственных металлургических центров Бельско-Уршакского междуречья.

Три фрагмента шлаков с металлургического центра Ярук представлены аморфными или блоковыми образованиями серого и темно-серого цветов, размером 70–120 мм. Все они имеют многочисленные поры, но в то же время шлаки крепкие, а не рыхлые на разлом. Лишь один экземпляр имел слабую магнитность, он и был отобран для металлографического исследования и РФ-анализа (ан. 170). В аншлифе зафиксированы многочисленные поры, отдельные точки металла (чугуна?) и игольчатый фаялит (в виде спинифекса) в стекловидной матрице (рис. 2), что говорит о резком охлаждении шлака. Примечательно, что не зафиксирован вюстит. Вероятно, образцы являются выпускными шлаками, которые могли резко охладиться в предгорновой яме.

На памятнике Шланлы-1 были рассмотрены шесть образцов шлаков. Образцы имеют мелкую, 20–40 мм (2 экз.), и среднюю, 70–120 мм (4 экз.), фракции, блоковый или аморфный облик. Поверхность шлаков имеет темно-серый цвет, зачастую покрыта белым налетом. Образцы пористые, но крепкие. Два образца с магнитными свойствами отобраны для металлографии (ан. 171, 173). В первом образце зафиксирована большая металлическая область, представленная серым феррито-перлитным чугуном с включениями пластинчатого графита, участки шлака представлены фаялитной структурой в матрице стекла. Во втором образце зафиксирован крупный металлический участок, который структурно представлен половинчатым чугуном, шлаковая часть состоит из кристаллических сростков фаялита с отдельными металлическими включениями (рис. 2). Важно отметить, что серый феррито-перлитный и половинчатый чугуны характеризуются достаточно высокой прочностью.

Восемь образцов шлаков с металлургического центра Асавбашево-1 имеют серый, темно-серый или красновато-желтый коррозионный цвет, фракцию от малой, 20–40 мм (6 экз.), до средней, 70–120 мм (2 экз.), лепешкообразную (3 экз.), аморфную (4 экз.) или блоковую формы (1 экз.), всего четыре шлака имеют магнитные свойства. Один образец со следами коррозии железа и магнитными свойствами был исследован металлографически и на РФА (ан. 169). В аншлифе рассмотрены многочисленные поры и отдельная точка металла, шлаковая часть представлена игольчатым фаялитом в стекло-

видной матрице (спинифекс). Вероятно, здесь, как и в шлаках с Ярука, зафиксированы выпускные резко охлажденные шлаки.

С памятника Алексеевка-1 доступны лишь два шлака аморфной и блоковой форм, размером 70–120 мм и выше. Они также были темно-серыми с легким белым и красновато-желтым коррозионным налетом. В одном аншлифе (ан. 172) зафиксировано множество округлых пор, кристаллы фаялита в стекловидной матрице. Вероятно, это горновой шлаковый блок.

На последнем исследованном металлургическом центре Сосновка-1 исследовано три шлака фракцией более 120 мм в форме блоков с большим количеством крупных пустот и стекловидным наплавом из текучего шлака. В одном образце с магнитными свойствами (ан. 174) зафиксировано множество округлых пор, шлаковая часть представлена сростками кристаллов фаялита и дендритным вюститом (рис. 2). Это свидетельствует о хорошей восстановительной среде в печи, но о хаотичном охлаждении блока шлака. По-видимому, данный образец относится к внутренней придонной части печи.

РФА шести образцов показал их химическую неоднородность. Во всех случаях основной выступает железо (от 21,55 до 98,3%). Вторым элементом всегда идет марганец (от 1,6 до 77,15%). В роли микропримесей зарегистрированы цирконий (от 0,18 до 0,68%), серебро (1,95%), ниобий (0,25%), хром (0,12%). Вероятно, последние два элемента можно считать загрязнением пробы. К сожалению, ограниченный диапазон определяемых прибором металлов не позволяет установить долю обязательных составляющих шлаков, в том числе алюминия и кремния.

По процентному составу железа шлаки разделились на две группы. Малую включенность железа (от 21,55% до 44,3%) представляют фаялитные шлаки, значительную часть которых составляет стекловидная часть. Высокая включенность железа (от 76,8% до 98,3%) характерна для шлаков с большими фрагментами металлической части. Устойчива включенность циркония в половину проб (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав шлаков в масс. доле, процент по металлическим включениям

Tab. 1

Chemical Composition of Slags by Mass Percentage of Metallic Inclusions

№	Название	Памятник	Облик	Химический состав					
				Fe	Mn	Zr	Ag	Nb	Cr
169	Шлак	Асавбашево-1	Горновой — шлаковый блок	83,6	16,3	0,18			
170	Шлак	Ярук	Горновой — аморфный	21,55	77,15	0,68	1,95		
171	Шлак с металлическим фрагментом	Шланлы-1	Горновой — шлаковый блок	76,8	22,9	0,28			
172	Шлак	Алексеевка-1	Горновой — шлаковый блок	44,3	55,4			0,25	
173	Шлак с металлическим фрагментом	Шланлы-1	Выпускной — аморфный	98,3	1,6				0,12
174	Шлак	Сосновка-1	Горновой — шлаковый блок	92,1	7,92				

Присутствие чугуна в металлической части шлаков создало необходимость анализа и продукции чугунолитейного производства — котлов. Их находки на Южном Урале надежно соотносятся с периодом Золотой Орды — XIII–XIV вв. (Русланов, Обыденнова, Гарустович, 2025, с. 42–43; Гарустович, 2012, с. 99).

Котлы на селище Ябалаклы-1 представлены фрагментами стенок и венчиков. Венчики зачастую имеют переход в тулово сосуда раструбовидной формы, в некоторых случаях загнуты наружу. По внутренней части котлов имеется ребро, по внешней — фиксируются вертикальные заусенцы — литейные швы. В ряде случаев на котлах присутствуют заплатки.

Для металлографического анализа отобраны небольшие фрагменты котлов (9 экз. — ан. 113–120), укладываемые в размеры 9,5×6,5×2, 4,9×3,8×0,6 и 3,8×2,8×1,2 см. Их прижизненный облик может быть реконструирован лишь примерно (рис. 1.-113–120).

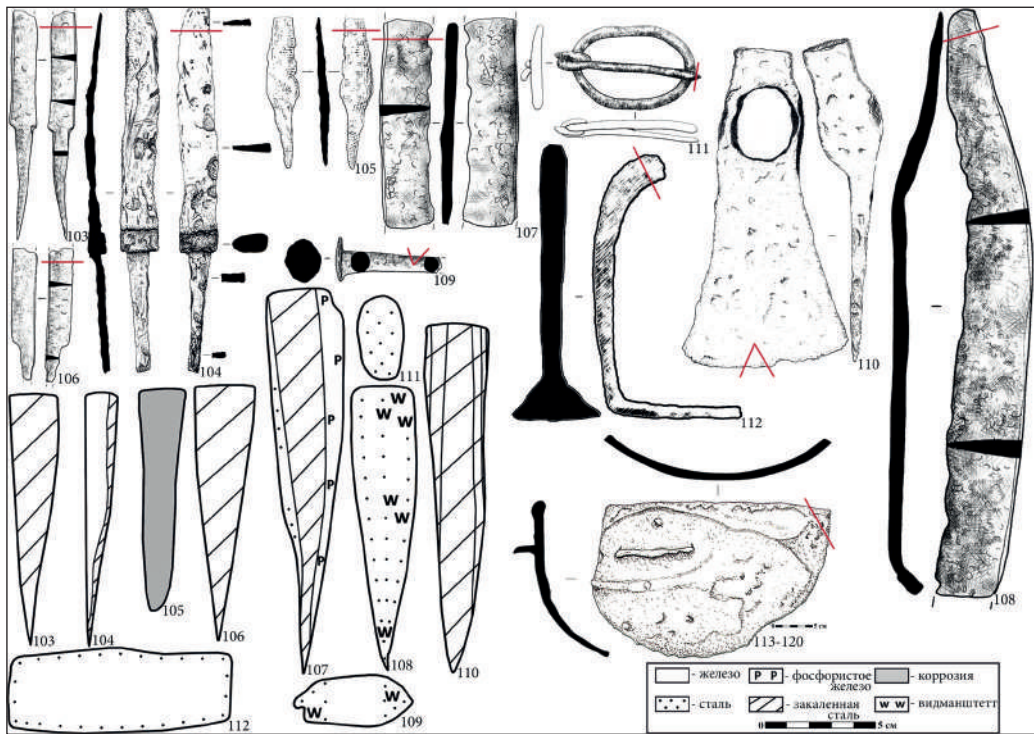


Рис. 1. Железные изделия селища Ябалаклы-1 и технологические схемы их производства. Анализы: 103–107 — ножи; 108 — фрагмент серпа; 109 — гвоздь; 110 — тесло; 111 — пряжка; 112 — фрагмент стремени; 113–120 — котел чугунный (пример). Технологические схемы (сечения) отрисованы 1:10

Fig. 1. Iron artifacts from the Yabalakly-1 settlement and their production technology diagrams. Analyses: 103–107 — knives; 108 — sickle fragment; 109 — nail; 110 — adze; 111 — buckle; 112 — stirrup fragment; 113–120 — cast iron cauldron (exemplar). The technological diagrams (cross-sections) are rendered at a 1:10 scale

Анализ сегментов стенок чугунных котлов позволил выявить в шлифах структуру белого (7 экз.) и серого (2 экз.) чугуна. Пять белочугунных изделий имели доэвтек-

тическую структуру (ан. 115–117, 119–120, рис. 2), выраженную перлитом, вторичным цементитом и ледебуритом, что соответствует содержанию углерода в диапазоне 2,14–4,3%. Два изделия из белого чугуна были заэвтектическими (ан. 114–118, рис. 2) и определялись по наличию ледебурита и первичного цементита. Уровень углерода в таких котлах составлял 4,3–6,67%. Белочугунные изделия отличаются высокой твердостью, повышенной хрупкостью и низкой жидкотекучестью, обломки аналогичных котлов недавно проанализированы с золотоордынских памятников Верхнего Посурья (Винничек и др., 2025, с. 435–450).

Два фрагмента котлов представлены серым чугуном на перлитной основе (ан. 113, 121, рис. 2) и определены по наличию феррито-перлита, цементита и шаровидного графита. Серочугунные изделия также обладают высокой твердостью, но лучшей прочностью на раскалывание и жидкотекучестью. Литые котлов происходило в песчаные формы с некоторым содержанием влаги при невысокой температуре расплава чугуна (Рязанов, 2009а, с. 89–90), поэтому в большинстве котлов фиксируются округлые газовые поры или следы усадки металла. Наиболее выраженная газовая пористость в виде округлых кратеров зафиксирована на анализе 120 (рис. 2).

Важной составляющей средневекового ремесла является кузнечное дело. Продукция железообработки сопровождает каждый археологический памятник и может говорить как об особенностях жизнеобеспечения древнего населения, так и о технологии производства основных орудий труда.

Главной группой исследованной кузнечной продукции являются режущие инструменты.

Пять ножей дошли до нас в основном фрагментарно (рис. 1.-103–107). Целые клинки имеют длину 9,4–19,5 см и относятся к группе 3 (рис. 1.-104), группе 4 (рис. 1.-103, 105) по Р.С. Минасяну (Минасян, 1980, с. 70–73). В отобранных с рабочих лезвий образцах зафиксированы разнообразные технологииковки (табл. 2), один нож был полностью поглощен коррозией (ан. 105). Два ножа (ан. 103, 106) откованы целиком из качественной цементированной стали, после чего закалены в мягкой среде либо с незначительным отпуском. Во втором ноже зафиксирована некая структурная полосчатость с чередованием мартенситных и троститных полос (рис. 2.-106). Такое явление вызывало анизотропию свойств стали.

Однако как и зачем кузнец достиг такого результата — не понятно. Была ли это зонная неоднородная закалка, либо ликвация химических элементов, установить сложно (Фомихина, 2023, с. 50–51). Один нож (ан. 104) был исполнен по схеме наварки качественной стальной лезы на основу из железа, после чего произведена термообработка. Еще один фрагмент ножевидного орудия (ан. 107) был выполнен в схеме трехслойного пакета, причем на лезвии использовалась качественная сталь, а на боковинах — фосфористое железо, характеризующееся повышенной твердостью. Качествоковки всех ножей было хорошим, шлаки хоть и присутствуют (в основном в железной части), но были хорошо отжаты в процессековки и имеют малый размер и округлую форму, кузнечная сварка также была выполнена на высоком уровне и фиксируется в виде белых полос — следов обезуглероживания при сваривании, на лезвии использовалась качественная сталь с равномерным распределением углерода.

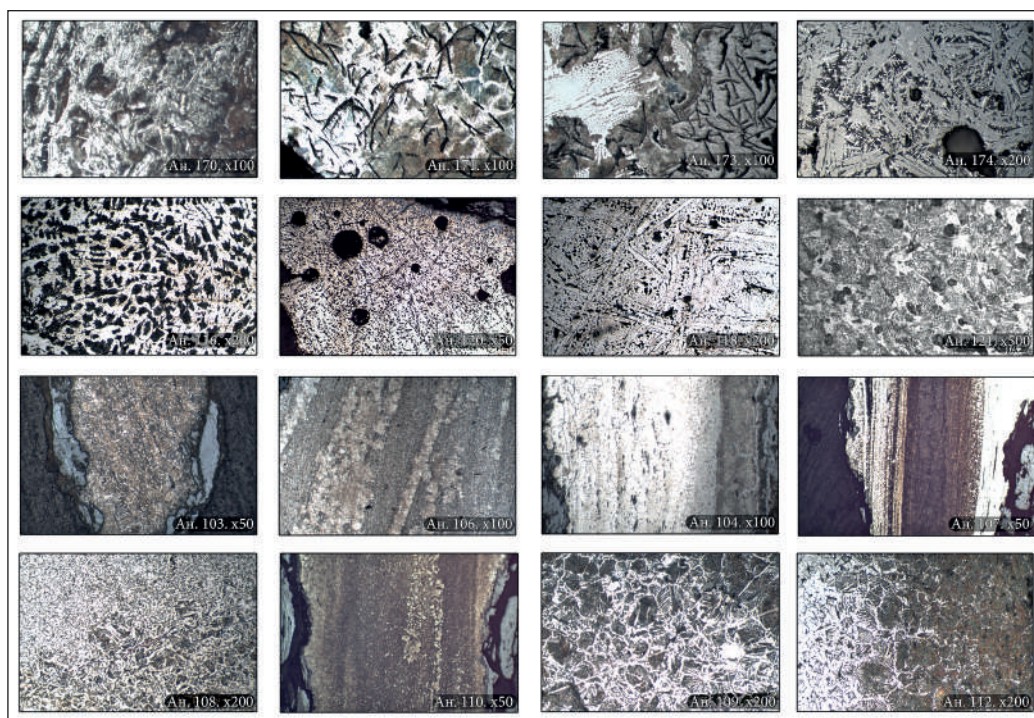


Рис. 2. Микроструктуры исследованных образцов железных изделий и шлаков селища Ябалаклы-1. Анализы: 170 — шлак (фаялит-спинифекс в стекловидной матрице); 171 — шлак (феррит с перлитом, графит, фаялит в стекловидной матрице); 173 — шлак с металлом (ледебурит, графит, перлит, цементит, фаялит в стекловидной матрице); 174 — шлак, пористость (вюстит, фаялит в стекловидной матрице); 116 — котел из белого доэвтектического чугуна (перлит, цементит, ледебурит); 120 — газовая пористость; 118 — котел из белого заэвтектического чугуна (ледебурит, цементит); 121 — котел из серого чугуна (перлит, цементит, графит); 103 — целиком из стали (мартенсит, тростит с сорбитом); 106 — целиком из стали, полосчатость (мартенсит, тростит с сорбитом); 104 — наварка (феррит, сорбит с ферритом); 107 — трехслойный пакет (феррит, феррит с перлитом, тростит, сорбит с ферритом); 108 — целиком из стали (феррит, феррит с перлитом, видманштетт); 110 — пакетирование стали (мартенсит, тростит с ферритом); 109 — целиком из стали (феррит, феррит с перлитом, видманштетт); 112 — цементация (феррит, перлит, видманштетт)

Fig. 2. Microstructures of the studied iron artifacts and slags from the Yabalakly-1 settlement. Analysis: 170 — slag (fayalite-spinifex in a glassy matrix); 171 — slag (ferrite with pearlite, graphite, fayalite in a glassy matrix); 173 — slag with metal (ledeburite, graphite, pearlite, cementite, fayalite in a glassy matrix); 174 — slag, porosity (wüstite, fayalite in a glassy matrix); 116 — white hypoeutectoid cast iron pot (pearlite, cementite, ledeburite); 120 — gas porosity; 118 — white hypereutectoid cast iron pot (ledeburite, cementite); 121 — gray cast iron pot (pearlite, cementite, graphite); 103 — entirely steel (martensite, troostite with sorbite); 106 — entirely steel, banding (martensite, troostite with sorbite); 104 — weld overlay (ferrite, sorbite with ferrite); 107 — three-layer packet (ferrite, ferrite with pearlite, troostite, sorbite with ferrite); 108 — entirely steel (ferrite, ferrite with pearlite, Widmanstätten structure); 110 — steel lamination (martensite, troostite with ferrite); 109 — entirely steel (ferrite, ferrite with pearlite, Widmanstätten structure); 112 — carburization (ferrite, pearlite, Widmanstätten structure)

Другим режущим орудием является серп, вероятно, С-видной формы (рис 1.-108). Предмет представлен лишь обломком размерами 9,3×1,4×0,7 см. Серп откован полностью из сырцово-стали с неравномерным распределением углерода (до 0,5%) (ан. 108) (рис. 2). На шлифе зарегистрирована структура видманштетта, что говорит о перегреве заготовки. В совокупности с обильными шлаковыми включениями в металле это свидетельствует о посредственном качестве изделия.

Из орудий деревообработки изучено одно железное тесло (ан. 110). По классификации Ю.А. Семькина артефакт имеет проушное крепление к рукояти, уплощенный молоткообразный обух, скругленные щековицы и прямое расширяющееся лезвие. Общая длина тесла 19,5 см, ширина лезвия 9,3 см, обуха — 3,5 см, толщина от 0,1 до 4,2 см (рис. 1.-110). Аналогичные тесла происходят из слоев золотоордынского времени на Нижней Каме и Средней Волге (Семькин, 2015, с. 74). Данное тесло было отковано из крупной стальной заготовки, сложенной из нескольких пластин цементированной стали, расположенных вдоль оси предмета (схема пакетирования). Произведенная закалка предмета была воспринята неоднородно. При погружении в закалочную среду лезвийная часть получила резкое охлаждение и структуру мартенсита, тело тесла получило более равномерное охлаждение и закалку на тростит. Данный предмет отличается хорошим качеством ковки.

Из предметов быта изучен гвоздь — крепежный элемент (ан. 109). Сохранившаяся часть предмета имеет квадратный стержень и округлую шляпку, длину 5,4 см и длину стороны сечения стержня порядка 0,5 см. Технологически гвоздь выполнен из сырцово-стали, был перегрет в процессековки (рис. 2).

Среди деталей костюма и амуниции изучены поясная пряжка и стремя (рис. 1.-111, 112).

Пряжка имеет овальную форму, размеры 5,5×3,6×0,3 см. Она была откована из округлого железного прута (ан. 111).

Стремя представлено лишь фрагментом, но в целом виде имело арочную форму, узкое путилищное отверстие и подножку с широким и немного выгнутым основанием. Размеры фрагмента 10,8×4,3×0,9 см. Сырьем дляковки предмета выступало простое железо. Однако после придания формы кузнецом была выполнена цементация — науглероживание дляувеличения крепости (рис. 2). Дефектным проявлением данного процесса является проникновение углерода лишь во внешний слой металла, а также перегрев, что фиксируется по структуре видманштетта по наружной части поковки. Наряду с рядами больших аморфных шлаковых включений в металле можно заключить, что качествоковки стремени среднее.

Обсуждение

Постройки, связанные с металлургией, характерные для Южного Урала в золотоордынское время, были сооружены согласно основным требованиям железоделательного производства данного периода. Использование предгорновых ям и наличие дутья являются типичными решениями. Однако сами печи отличаются мощными жаростойкими стенками — кирпичной кладкой и дополнительной футеровкой. Этими конструктивными особенностями они выделяются на фоне подобных объектов с соседних тер-

риторий. К примеру, на Среднем Урале, в Прикамье и в сопредельных регионах печи для черной металлургии были сложены в основном из глины на глинобитном основании, иногда с добавлением камней (Смертин, 2025, с. 344). То же самое прослеживается, к примеру, и по материалам Древней Руси (Куликово поле) (Наумов А.Н., Наумова Т.В., Шмелев, 2018, с. 82–83). Металлургические печи, схожие с южноуральскими, и наличие чугунолитейного производства зафиксированы в Волжской Булгарии золотоордынского периода, где в конце XIII–XIV в. появляются сооружения, построенные из сырцового кирпича (Савченкова и др., 1996, с. 91–97). Это можно объяснить влиянием китайских технологий, привнесенных в Европу через Золотую Орду.

Анализ шлаковых отходов позволил выявить особую разновидность этой категории археологических источников. Большая часть из них связана с выпускным типом шлаков. В их составе преобладала фаялитная часть и практически не встречены включения вюстита, иногда фиксируется металлическая чугунная часть. Это говорит о чрезмерно окислительной атмосфере в камере печи и температуре не менее 1170 °С. В реконструированной С.В. Рязановым конструкции с металлургического центра Ярук зафиксированы четыре сопла для нагнетания кислорода в камеру печи. Вероятно, избыток воздуха мог достигаться только при использовании всех сопел. Такой режим дутья неизбежно повышал внутреннюю температуру, для чего древние металлурги и использовали кирпичную кладку для сложения стен и дополнительную футеровку. Возможно, формирование особого вида шлаков могло быть связано с одной из фаз металлургической плавки, иначе в таких печах при окислительной атмосфере невозможно было бы восстановить металл. Предварительно данную разновидность шлаков можно отнести к отходам металлургии при выжигании лишнего углерода из полученного ранее чугуна для получения обычного кричного ковкого железа и/или стали. Признаки таких шлаков: внешне темно-серый цвет, практически полное отсутствие ржавчины, высокая плотность и увесистость, блоковый или аморфный облик, внутренне фаялитная основа и отсутствие вюстита, встречаемость металлической части со структурами чугуна (в нашем случае половинчатого). Содержание марганца характерно для большей части железных руд. Во время металлургического процесса на стадиях отделения пустой породы и восстановления металла этот элемент может переходить соответственно и в шлак, и в железо (Пугин и др., 2008, с. 38–42). Авторам в литературе неизвестны анализы подобных шлаков. Найдены лишь результаты экспериментального получения чугуна в Северном Уэльсе, где удалось получить схожие шлаки. В ходе одной из пробных плавок, условия проведения которой были приближены к средневековым реалиям, были получены кремнистые фаялитные шлаки с несколькими очень мелкими включениями металла (до 20 мкм) и так же лишенные шаров и дендритов вюстита (Crew and etc., 2011, p. 245). Авторы приходят к выводу, что с точки зрения получения чугуна эксперимент был неудачным. Однако проба ярко демонстрирует возможные условия создания окислительной атмосферы в металлургической печи (Crew and etc., 2011, p. 255).

Продукция самого чугунолитейного производства представлена многочисленными фрагментами котлов. Их фрагментарность обусловлена низкой прочностью самого материала на раскалывание. В некоторых случаях фиксируются следы ремонта — заплатки, закрывающие дефекты литья, либо некритичные прижизненные трещины.

Семь из девяти исследованных котлов были отлиты из белого чугуна (ан. 114–120), два — из серого чугуна (ан. 113, 121, табл. 1). Серый чугун обладает несколько большей прочностью. Вероятно, дополнительная графитизация в процессе науглероживания могла быть связана с неосознанно увеличенной длительностью металлургической плавки.

Аналогичные котлы, к примеру, в среднем Притоболье и соседних территориях, тоже преимущественно производились из белого чугуна (Рязанов, 2009а; Маслюженко и др., 2025). В шлаке зафиксирован половинчатый чугун, который имеет еще большую твердость и прочность относительно серого. Однако фактов использования такого вида чугуна в изделиях почти не зафиксировано, так как литейщики эпохи Средневековья не имели технической возможности регулировать химический состав и свойства разливаемого чугуна (Рязанов, 2009а, с. 89–90). Известен лишь один случай фиксации половинчатого чугуна в котле с караванной стоянки Брик-Алга (Гарустович, Рязанов, Яминов, 2005, с. 79). Таким образом, в целом состав чугунных котлов в Западной Сибири и Приуралье является схожим.

Для производства кузнечных изделий мастера использовали простое кричное железо, а также разные сорта стали — сырцовую (с неравномерно распространенным углеродом) и цементированную (с его равномерным распределением).

На поковках зафиксированы разнообразные технологические схемы (табл. 2). К простым технологиям относятся изделия целиком из металлургического сырья: цельножелезные и цельностальные (сырцовая сталь). К этой группе относятся серп (ан. 108) и гвоздь (ан. 109). К более сложным технологиям, которые направлены на дополнительное улучшение качества изделия, относятся предметы цельностальные (цементированная сталь), цементированные локально после придания формы. К ним относятся ножи (ан. 103 и 106) и часть стремени (ан. 112). В последнем случае применение цементации готового изделия характерно для крупных предметов. Это решение позволяло экономить дорогую сталь, но тратить несколько больше топлива. Аналогичное применение цементации прослеживается и на других золотоордынских материалах (Маслюженко и др., 2025). К сварным технологиям относятся ножи с наварной (ан. 104) и трехслойной (ан. 107) схемами, а также тесло с пакетированием лезвия (ан. 110).

Термообработка (закалка в жесткой среде либо с небольшим отпуском) была применена только на наиболее качественных изделиях — четырех ножах и тесле (ан. 103–104, 106–107, 110). Причем один нож (ан. 106) был термообработан по особому режиму (зонной закалки?), который выразился в чересполосности микроструктур.

По данной выборке установлено, что в железообработке на селище Ябалаклы-1 преобладало использование цельностальной схемы на режущих инструментах (ножи и серпы — 3 экз.). Преобладание таких изделий зафиксировано в раннеболгарский период Волжской Булгарии наряду с технологией пакетирования (Семькин, 2015, табл. 2) и прослеживается вплоть до XII — середины XIV в. на отдельных памятниках нижней Камы (Лаишевское селище) (Рязанов, 2012, с. 102). Более 43% ножей целиком из железа или стали выделено в Западной Сибири, однако А.П. Зыков некоторые из них интерпретировал как пакетирование (Зыков, 2008, с. 92–95). Использование сырцовой стали зафиксировано на девяти из десяти произведенных местным населением серпов и кос, а также на девяти из десяти ножей на местонахождении Брик-Алга (Гарустович,

Рязанов, Яминов, 2005, с. 75, 80). Данная тенденция повторяется и на Горновском селище чияликской культуры (Русланов, 2022), где на четырех из десяти ножей и на одном из двух серпов зафиксирована стальная структура (Рязанов, 2025, с. 60–65). Таким образом, данная технология, хоть и является условно простой, но фиксируется практически на всех соседних для Южного Урала территориях.

Таблица 2

Технология производства железных изделий селища Ябалакы-1

Tab. 2

Iron Product Manufacturing Technology from the Yabalykly-1 Site

№	Предмет	Целиком из железа	Целиком из стали	Цементация	Пакетирование	Наварка	Трехслойный пакет	Белый чугун	Серый чугун
1	Нож — 5 экз.		103ц, 106ц/2			104 /1ц	107 /1ц		
2	Серп — 1 экз.		108с						
3	Гвоздь — 1 экз.		109с						
4	Тесло — 1 экз.				110 /1ц				
5	Пряжка 1 экз.	111							
6	Стремя — 1 экз.			112					
7	Котел — 9 экз.							114–120	113, 121
ИТОГ		1 экз.	4 экз. / 2	1 экз.	1 экз. / 1	1 экз. / 1	1 экз. / 1	7 экз.	2 экз.

Примечание: в ячейках указаны номера анализов. После знака «/» указано количество предметов с термообработкой. Литеры «с» и «ц» указывают соответственно на сырьевую или цементированную сталь.

Экземпляр фрагментированного ножа, откованного в трехслойной технологии по североευропейскому варианту (на обкладках твердое фосфористое железо, леза из высокоуглеродистой цементированной стали), вероятно, был импортным предметом, так как в Восточной Европе трехслойные ножи в основном изготавливались с отклонениями от классической технологии (Завьялов, Терехова, 2015, с. 27–28). К XIII–XIV вв. данная технология практически перестает применяться в Древней Руси, замещается наварной схемой (Завьялов, Терехова, 2015, с. 29). Наиболее вероятным является проникновение данного предмета из финской среды через территорию Северного и Среднего Урала — через Повычегодье и Прикамье (вымская и родановская культуры), где трехслойная технология преобладала на большинстве памятников, что тоже доказано по крупным выборкам (Завьялов, 2005, с. 140–141; Смертин, 2023, с. 139).

Нож с наварным лезвием (косая наварка) является единичным случаем. Изделия с такой схемой редко встречаются в Приуралье. Наварка появляется во 2-й половине XII–XIII в. и считается кузнечной традицией Древней Руси, пришедшей на смену трехслойному пакету (Завьялов, Терехова, 2015, с. 29–30). Вероятно, предмет тоже является товаром дальнего импорта. Именно в исследуемый период участились проникнове-

ния древнерусских переселенцев в Приуралье, что в том числе фиксируется и на изделиях (Рязанов, 2012, с. 107; Смертин, 2024, с. 353–354).

Проанализированная выборка весьма ограничена. Ее аналитика направлена преимущественно на публикацию нового материала.

Заключение

Аналитическая выборка по металлографическому исследованию кузнечных изделий Южного Урала (памятники золотоордынского круга и чияликской культуры) на данный момент находится в стадии накопления. Изученный комплекс черной металлургии, чугунолитейного производства и кузнечных изделий из материалов селища Ябалакы-1 и хронологически одновременных производственных памятников ближайшей округи добавляет еще небольшое количество новых материалов.

Можно с уверенностью говорить, что кузнецы селища имели доступ к разному, в том числе высококачественному сырью. Кроме условно местной кузнечной продукции (клинки целиком из железа или стали) здесь выделяются единичные сварные импортные предметы. Особенностью южноуральского производства (на памятниках золотоордынского круга) является литье чугуна. На селищах Южного Урала такое производство функционировало в соответствии с развитием данной технологической традиции во всем культурном ареале.

Отдельным пунктом стоит обозначить вопрос о выделении особого типа шлаков, которые практически не содержат следов восстановительной атмосферы (вюстита).

Данная работа раскрывает новый небольшой сюжет о средневековой черной металлургии и кузнечном деле Южного Урала. Дополнение исследования этой темы в будущем позволит существенно развить сложившиеся наработки по выявлению новых режимов металлургического процесса. Особенно это актуально при исследовании разнообразных шлаковых отходов металлургии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Анкушев М.Н., Блинов И.А., Корякова Л.Н., Виноградов Н.Б., Шарапова С.В., Петров Ф.Н., Григорьев С.А. Оксиды и галогениды меди в древних металлургических шлаках Южного Зауралья // Минералы: строение, свойства, методы исследования. № 11. Екатеринбург : Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2020. С. 23–25.

Артемьев Д.А., Степанов И.С., Таиров А.Д., Блинов И.А., Наумов А.М. Шлаковые включения в железных изделиях из могильников Кичигино I, Красная горка и железная металлургия иткульской культуры в раннем железном веке // Археология, этнография и антропология Евразии. 2024. Т. 52, № 3. С. 47–55.

Винничек В.А., Винничек К.М., Селиванов В.М., Волкова Н.В. Естественно-научные исследования фрагментов чугунной посуды с Никольского селища // Пензенский археологический сборник. Вып. 8. Пенза: Изд-во ГАОУ ДПО «Институт регионального развития Пензенской области», 2025. С. 435–450.

Гарустович Г.Н. След Великой Замятни. Местонахождение XIV века у деревни Брик-Алга. Уфа : Гилем, 2012. 222 с.

Гарустович Г.Н., Рязанов С.В., Яминов А.Ф. Брик-Алгинское местонахождение XIV века в Башкирском Приуралье. Уфа : Тау, 2005. 152 с.

Завьялов В.И. История кузнечного ремесла пермян: Археометаллографическое исследование. Ижевск : УдИИЯЛ УрО РАН. 2005. 244 с.

Завьялов В.И. Археометаллография // Междисциплинарная интеграция в археологии: по материалам лекций для аспирантов и молодых сотрудников. М. : ИА РАН, 2016. С. 252–278.

Завьялов В.И., Терехова Н.Н. Феномен «Трехслойной технологии» (высокие технологии в средневековье) // Исторический формат. 2015. № 4. С. 21–32.

Зыков А.П. Кузнечные изделия населения Северо-Западной Сибири во II–XVII веках: дис. ... канд. ист. наук. М. : Институт археологии РАН, 2008. 240 с.

Маслюженко Д.Н., Рябинина Е.А., Смертин А.Р., Третьяков Е.А. Коллекция артефактов золотоордынского времени из окрестностей д. Дианово в Среднем Притоболье: типология и технология // Уфимский археологический вестник. 2025. Т. 25, № 4. С. 753–773.

Минасян Р.С. Четыре группы ножей Восточной Европы эпохи раннего средневековья (к вопросу о появлении славянских форм в лесной зоне) // Археологический сборник Государственного Эрмитажа. Вып. 21. Л. : Искусство, 1980. С. 68–74.

Наумов А.Н., Наумова Т.В., Шмелев В.Н. Уникальная находка металлургического комплекса XIV в. на Куликовом поле // Город средневековья и раннего нового времени. IV. Археология. История. Тула : Государственный музей-заповедник «Куликово поле», 2018. С. 81–102.

Петров Ф.Н., Куприянова Е.В., Батанина Н.С., Петров Н.Ф., Анкушев М.Н., Блинов И.А. Медные и бронзовые ножи, серпы и кинжалы комплекса памятников у с. Степное // Степное: новые горизонты. Челябинск : Челябинский государственный университет, 2023. С. 169–192.

Пугин К.Г., Вайсман Я.И., Юшков Б.С., Максимович Н.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии. Пермь : Изд-во Пермского гос. тех. ун-та, 2008. 316 с.

Русланов Е.В. Горновский археологический комплекс золотоордынского времени в Предуралье: к 60-летию научного изучения // Археология евразийских степей. 2022. № 6. С. 253–267.

Русланов Е.В. Селище Ябалаклы-1: новые материалы по чияликской культуре Южного Предуралья // Вестник НГУ. Серия: История, филология. 2023. Т. 22, № 5: Археология и этнография. С. 118–130.

Русланов Е.В. Средневековые металлургические центры Южного Урала: общая характеристика и новые данные // XXIII Уральское археологическое совещание. Оренбург : Изд-во ОГПУ, 2025. С. 159–161.

Русланов Е.В., Крымский С.В., Проценко А.С. Новые данные по черной и цветной металлургии у населения Южного Урала в эпоху раннего железа и средневековья: металлографический анализ // Уфимский археологический вестник. 2024. № 1. С. 181–188.

Русланов Е.В., Обыденнова Г.Т., Гарустович Г.Н. Предуралье в золотоордынское время: комплекс памятников чияликской культуры у села Горный. Уфа : ИИЯЛ УФИЦ РАН, 2025. 145 с.

Русланов Е.В., Смертин А.Р. Металлические изделия и шлак с памятников золотоордынского времени Южного Урала: металлографический анализ // Геоархеология и археологическая минералогия-2025. Миасс; Челябинск : Изд-во ЮУрГГПУ, 2025. С. 190–195.

Рязанов С.В. Чугунолитейное ремесло в городах Золотой Орды (Итоги предварительных исследований). Уфа : УНЦ РАН, 1997. 68 с.

Рязанов С.В. Кузнечная металлообработка на Южном Урале в X–XIV веках // Уфимский археологический вестник. 2003. Вып. 4. С. 244–257.

Рязанов С.В. Чугунолитейное ремесло в Золотой Орде // Известия АлтГУ. 2008. № 4–2. С. 159–168.

Рязанов С.В. Чугунолитейное производство в Европейской части Золотой Орды (вторая половина XIII–XIV вв.): дис. ... канд. ист. наук. Ижевск : Удмурт. гос. ун-т, 2009а. 188 с.

Рязанов С.В. Производство железа и чугуна на Южном Урале в XIV–XVI вв. // Золотоордынское наследие. Казань : Фэн, 2009б. С. 479–487.

Рязанов С.В. Металлургия железа на Южном Урале в XIII–XIV вв. Уфа : ИЭИ УНЦ РАН, 2011. 125 с.

Рязанов С.В. Ножи Лаишевского селища (технологический аспект) // Вестник ВЭГУ. 2012. № 2. С. 106–113.

Рязанов С.В. Приложение 1. Металлографический анализ кузнечных изделий Горновского селища // Русланов Е.В., Обыденнова Г.Т., Гарустович Г.Н. Предуралье в золотоордынское время: комплекс памятников чияликской культуры у села Горный. Уфа : Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, 2025. С. 60–65.

Савченкова Л.Л., Семькин Ю.А., Полякова Г.Ф., Хлебникова Т.А., Мухаметшин Д.Г., Хакимзянов Ф.С. Город Болгар: Ремесло металлургов, кузнецов, кузнецов, литейщиков. Казань : ИЯЛИ им. Г. Ибрагимова АН Татарстана, 1996. 300 с.

Семькин Ю.А. Черная металлургия и кузнечное производство Волжской Булгарии в VIII — начале XIII в. Казань: Отечество, 2015; Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ, 2015. 228 с. (Серия «Археология евразийских степей». Вып. 21)

Смертин А.Р. Железообрабатывающее производство средневекового археологического комплекса Анюшкар в верхнем Прикамье // Археология Евразийских степей. 2023. № 1. С. 127–141.

Смертин А.Р. Древнерусский импульс в земледелие верхнего Прикамья (по данным технологического анализа кузнечных изделий) // VI Северный археологический конгресс. Екатеринбург: ИИиА УрО РАН, 2024. С. 352–354.

Смертин А.Р. Средневековые металлургические сооружения бассейна р. Чусовой (к проблеме интерпретации) // Труды VII (XXIII) Всероссийского археологического съезда: в 3 т. Т. 2. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2025. С. 343–346.

Тишкин А.А., Хаврин С.В. Использование рентгено-флюоресцентного анализа в археологических исследованиях // Теория и практика археологических исследований. 2006. № 2. С. 74–86.

Фомихина И.В. Влияние структурной полосчатости и карбидной неоднородности на разрушение конструкционных сталей // Национальная ассоциация ученых. 2023. № 95–1. С. 50–58.

Crew P., Charlton M., Dillmann P., Fluzin P., Salter C., Truffaut E. Cast iron from a bloomery furnace // The archaeometallurgy of iron. Recent developments in archaeological and Scientific Research. Praha : Helvetica&Tempora, s.r.o., 2011. P. 239–262.

Krymskiy S.V., Ruslanov E.V., Protsenko A.S., Safuanov F.F. Chemical and metallographic analysis of ferrous and non-ferrous metallurgy products from the archaeological sites of the early Iron Age and the Middle Ages of the Southern Urals // Theory and practice of archaeological research. 2024. № 36(3). P. 78–94. DOI 10.14258/tpai(2024)36(3).-05

REFERENCES

Ankushev M.N., Blinov I.A., Koryakova L.N., Vinogradov N.B., Sharapova S.V., Petrov F.N., Grigoriev S.A. Copper Oxides and Halides in Ancient Metallurgical Slags of the Southern Trans-Urals. In: Minerals: Structure, Properties, Research Methods. No. 11. Yekaterinburg: Institut geologii i geohimii UrO RAN, 2020. Pp. 23–25. (*In Russ.*)

Artemiev D.A., Stepanov I.S., Tairov A.D., Blinov I.A., Naumov A.M. Slag Inclusions in Iron Artifacts from the Kichigino I and Krasnaya Gorka Burial Grounds, and the Iron Metallurgy of the Itkul Culture in the Early Iron Age. *Arheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii = Archaeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*. 2024;52(3):47–55. (*In Russ.*)

Vinnichek V.A., Vinnichek K.M., Selivanov V.M., Volkova N.V. Natural-Scientific Investigations of Cast Iron Pottery Fragments from Nikolskoye Settlement. In: Penza Archaeological Collection. Issue 8. Penza : Izd-vo GAOU DPO «Institut regional'nogo razvitiya Penzenskoj oblasti», 2025. Pp. 435–450.

Garustovich G.N. The Trace of the Great Zamyatnya. A 14th Century Site near the Village of Brik-Alga. Ufa : Gilem, 2012. 222 p. (*In Russ.*)

Garustovich G.N., Ryazanov S.V., Yaminov A.F. The Brik-Alga 14th Century Site in the Bashkir Cis-Urals. Ufa : Tau, 2005. 152 p. (*In Russ.*)

Zavyalov V.I. The History of Permian Blacksmithing: An Archaeometallographic Study. Izhevsk: Udmurtskij institut istorii, yazyka i literatury Ural'skogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk, 2005. 244 p. (*In Russ.*)

Zavyalov V.I. Archaeometallography. In: Interdisciplinary Integration in Archaeology: Based on Lectures for Graduate Students and Young Staff. Moscow : IA RAN, 2016. Pp. 252–278.

Zavyalov V.I., Terekhova N.N. The Phenomenon of “Three-Layer Technology” (High Technologies in the Middle Ages). *Istoricheskij format = Historical Format*. 2015;4:21–32. (*In Russ.*)

Zykov A.P. Blacksmithing Products of the Population of Northwestern Siberia in the 2nd-17th Centuries: Diss. ... Cand. Hist. Sci. Moscow : Institut arheologii Rossijskoj akademii nauk, 2008. 240 p. (*In Russ.*)

Maslyuzhenko D.N., Ryabinina E.A., Smertin A.R., Tretyakov E.A. A Collection of Golden Horde Period Artifacts from the Vicinity of Dianovo Village in the Middle Tobol Region: Typology and Technology. *Ufimskij arheologicheskij vestnik = Ufa Archaeological Bulletin*. 2025;25(4):753–773. (*In Russ.*)

Minasyan R.S. Four Groups of Knives from Eastern Europe in the Early Medieval Period (On the Question of the Appearance of Slavic Forms in the Forest Zone). In: Archaeological Collection of the State Hermitage Museum. Issue 21. Leningrad : Iskusstvo, 1980. Pp. 68–74. (*In Russ.*)

Naumov A.N., Naumova T.V., Shmelev V.N. A Unique Find of a 14th Century Metallurgical Complex at Kulikovo Field. In: The Medieval and Early Modern City. IV. Archaeology. History. Tula : Gosudarstvennyj muzej-zapovednik «Kulikovo pole», 2018. Pp. 81–102. (*In Russ.*)

Petrov F.N., Kupriyanova E.V. Batanina N.S., Petrov N.F., Ankushev M.N., Blinov I.A. Copper and Bronze Knives, Sickles, and Daggers from the Complex of Sites near the Village of Stepnoye. In: Stepnoye: New Horizons. Chelyabinsk : Chelyabinskij gosudarstvennyj universitet, 2023. Pp. 169–192. (*In Russ.*)

Pugin K.G., Vaisman Ya.I., Yushkov B.S., Maksimovich N.G. Reduction of Environmental Load in the Handling of Ferrous Metallurgy Slags. Perm : Izd-vo Permskogo gos. teh. un-ta, 2008. 316 p. (*In Russ.*)

Ruslanov E.V. The Gornoye Archaeological Complex of the Golden Horde Period in the Cis-Urals: Towards the 60th Anniversary of Scientific Study. *Arheologiya evrazijskih stepej = Archaeology of Eurasian Steppes*. 2022;6:253–267. (*In Russ.*)

Ruslanov E.V. The Yabalakly-1 Settlement: New Materials on the Chiyalik Culture of the Southern Cis-Urals. *Vestnik NGU. Seriya: Istoriya, filologiya = Vestnik NSU. Series: History, Philology*. 2023;22 (5): Archaeology and Ethnography:118–130. (*In Russ.*)

Ruslanov E.V. Medieval Metallurgical Centers of the Southern Urals: General Characteristics and New Data. In: XXIII Ural Archaeological Conference. Orenburg : Izd-vo OGPU, 2025. Pp. 159–161. (*In Russ.*)

Ruslanov E.V., Krymsky S.V., Protsenko A.S. New Data on Ferrous and Non-Ferrous Metallurgy of the Southern Ural Population in the Early Iron Age and Middle Ages: Metallographic Analysis. *Ufimskij arheologicheskij vestnik = Ufa Archaeological Bulletin*. 2024;1:181–188. (*In Russ.*)

Ruslanov E.V., Obydenova G.T., Garustovich G.N. The Cis-Urals in the Golden Horde Period: A Complex of Chiyalik Culture Sites near the Village of Gorny. Ufa : Institut istorii yazyka i literatury ufimskogo issledovatel'skogo centra RAN, 2025. 145 p. (*In Russ.*)

Ruslanov E.V., Smertin A.R. Metal Artifacts and Slag from Golden Horde Period Sites of the Southern Urals: Metallographic Analysis. In: Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy-2025. Miass; Chelyabinsk : Izd-vo YuUrGGPU, 2025. Pp. 190–195. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Cast Iron Craftsmanship in the Cities of the Golden Horde (Results of Preliminary Research). Ufa : UNC RAN, 1997. 68 p. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Blacksmith Metalworking in the Southern Urals in the 10th-14th Centuries. *Ufimskij arheologicheskij vestnik = Ufa Archaeological Bulletin*. 2003;4:244–257. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Cast Iron Craftsmanship in the Golden Horde. *Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta = Izvestiya of Altai State University*. 2008;4–2:159–168. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Cast Iron Production in the European Part of the Golden Horde (Second Half of the 13th-14th Centuries): Dis. ... Cand. Hist. Sciences. Izhevsk : Udmurt. gos. un-t, 2009a. 188 p. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Production of Iron and Cast Iron in the Southern Urals in the 14th-16th Centuries. In: Golden Horde Heritage. Kazan : Fen, 2009b. Pp. 479–487. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Iron Metallurgy in the Southern Urals in the 13th-14th Centuries. Ufa : IEI UNC RAN, 2011. 125 p. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Knives from the Laishevo Settlement (Technological Aspect). *Vestnik VEGU = Bulletin of VEGU*. 2012;2:106–113. (*In Russ.*)

Ryazanov S.V. Appendix 1. Metallographic Analysis of Blacksmith Artifacts from the Gornovskoye Settlement. In: Ruslanov E.V., Obydenova G.T., Garustovich G.N. The Cis-Urals in the Golden Horde Period: A Complex of Chiyalik Culture Sites near the Village of Gorny. Ufa: Ufimskij federal'nyj issledovatel'skij centr RAN, 2025. Pp. 60–65. (*In Russ.*)

Savchenkova L.L., Semykin Yu.A., Polyakova G.F., Khlebnikova T.A., Mukhametshin D.G., Khakimzyanov F.S. The City of Bolgar: The Craft of Metallurgists, Blacksmiths, and Founders. Kazan : Institut yazyka i literatury im. G. Ibragimova AN Tatarstana, 1996. 300 p. (*In Russ.*)

Semykin Yu.A. Ferrous Metallurgy and Blacksmithing Production of Volga Bulgaria in the 8th — Early 13th Centuries. Kazan: Otechestvo, 2015; Institut yazyka i literatury im. G. Ibragimova Akademii Nauk Tatarstana, 2015. 228 p. (Series “Archaeology of Eurasian Steppes”. Iss. 21) (*In Russ.*)

Smertin A.R. Ironworking Production of the Medieval Archaeological Complex Anyushkar in the Upper Kama Region. *Arxeologiya evrazijskikh stepej = Archaeology of Eurasian Steppes*. 2023;1:127–141. (*In Russ.*)

Smertin A.R. The Old Russian Impulse in Agriculture of the Upper Kama Region (Based on Technological Analysis of Blacksmithing Products). In: VI Northern Archaeological Congress. Yekaterinburg: Institut istorii i arheologii Ural'skogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk, 2024. Pp. 352–354. (*In Russ.*)

Smertin A.R. Medieval Metallurgical Structures of the Chusovaya River Basin (On the Problem of Interpretation). In: Proceedings of the VII (XXIII) All-Russian Archaeological Congress. In 3 Volumes. Vol. 2. Krasnoyarsk : Sibirskij federal'nyj universitet, 2025. Pp. 343–346. (*In Russ.*)

Tishkin A.A., Khavrin S.V. The Use of X-ray Fluorescence Analysis in Archaeological Research. *Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovanij = Theory and practice of archaeological research*. 2006;2:74–86. (*In Russ.*)

Fomikhina I.V. The Influence of Structural Banding and Carbide Heterogeneity on the Fracture of Structural Steels. *Nacional'naya asociaciya uchenyh = National Association of Scientists*. 2023;95–1:50–58. (*In Russ.*)

Crew P., Charlton M., Dillmann P., Fluzin P., Salter C., Truffaut E. Cast Iron from a bloomery Furnace. In: The Archaeometallurgy of Iron. Recent Developments in Archaeological and Scientific Research. Praha : Helvetica&Tempora, s.r.o., 2011. Pp. 239–262.

Krymskiy S.V., Ruslanov E.V., Protsenko A.S., Safuanov F.F. Chemical and Metallographic Analysis of Ferrous and Non-Ferrous Metallurgy Products from the Archaeological Sites of the Early Iron Age and the Middle Ages of the Southern Urals. *Teoriya i praktika arheologicheskikh*

issledovaniy = Theory and Practice of Archaeological Research. 2024;36(3):78–94. DOI 10.14258/tpai(2024)36(3).-05

ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Смертин А.Р.: проведение археометаллографического анализа, историческая характеристика, написание соответствующего раздела статьи, а также введения и заключения.

A.R. Smertin: conducting an archaeometallographic analysis, historical characterization, writing the relevant section of the article, as well as an introduction and conclusion.

Русланов Е.В.: идея публикации, историческая характеристика, полевые археологические исследования, анализ археологических материалов, написание соответствующего раздела статьи, введения.

E.V. Ruslanov: the idea of the publication, historical characteristics, archaeological field research, analysis of archaeological materials, writing the relevant section of the article, writing the introduction.

Конфликт интересов отсутствует / There is no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Смертин Андрей Романович, научный сотрудник, Институт гуманитарных исследований Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук; ассистент, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия.

Andrey R. Smertin, Science Researcher, Institute of Humanities Research, Perm Federal Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; assistant Perm State National Research University, Perm, Russia.

Русланов Евгений Владимирович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник ордена «Знак почета» Института истории, языка и литературы УФИЦ РАН, Уфа, Россия.

Evgeny V. Ruslanov, Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher, Order of the Badge of Honour Institute of History, Language and Literature, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia.

*Статья поступила в редакцию 18.12.2025;
одобрена после рецензирования 19.01.2026;
принята к публикации 02.02.2026.
The article was submitted 18.12.2025;
approved after reviewing 19.01.2026;
accepted for publication 02.02.2026.*