

НОВЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ АРХЕОЛОГИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ АНТРОПОЛОГИИ

УДК 902/904

DOI: 10.17223/2312461X/17/7

УСТЬ-ПОЛУЙ: ДРЕВНЕЙШИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В АРКТИКЕ*

Евгений Вячеславович Водясов
Андрей Васильевич Гусев
Евгения Михайловна Асочакова

Аннотация. Статья посвящена анализу свидетельств черной металлургии, обнаруженных в 2010–2015 гг. на древнем святилище Усть-Полуй (территория современного г. Салехард, Россия). Остатки производств железа на Усть-Полуе датируются III в. до н.э. – I в. н.э. и являются древнейшими свидетельствами черной металлургии в Циркумполярном поясе. Металлургические площадки были приурочены к древнему рву, на краю которого сооружались сыродутные горны. На основе толщины глиняных стенок (1,5–3 см), сохранившихся оснований объектов и морфологии шлаков сделано предположение об использовании небольших горнов высотой не более 0,5 м. Древние металлурги обладали технологиями шлаковывпуска и добавляли в шихту кости животных. Археологические и геохимические анализы доказывают, что все описываемые в статье шлаки были получены в ходе разработки одного месторождения железной руды. Другие свидетельства производства и обработки железа на рубеже эр в Арктическом регионе не обнаружены. В Скандинавии, самом крупном металлургическом центре Северной Европы, железоплавильные объекты появляются в Циркумполярном поясе лишь в Средневековье, а горны эпохи раннего железа известны значительно южнее Полярного круга. Таким образом, сегодня Усть-Полуй является самым северным местом на планете, где человек освоил производство железа в древности. Импульсом к появлению черной металлургии в Полярном регионе, возможно, послужили миграции населения с территории Восточного Урала, где металлургия железа появилась задолго до ее трансферта в Нижнее Приобье.

Ключевые слова: Усть-Полуй, Циркумполярная зона, производство железа, эпоха раннего железа

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-36-00329 мол_а.

Введение

Древнее святилище Усть-Полуй – один из ярчайших археологических комплексов в Западной Сибири. Чрезвычайно богатый культурный слой с многочисленными находками изделий, в том числе художественных, из металла, камня, кости и дерева вкупе с прекрасной сохранностью органики создали репутацию Усть-Полую как опорному памятнику для изучения эпохи раннего железа Северной Евразии. Споры о его видовой принадлежности (поселение или святилище), а также о количестве и датировках археологических слоев до сих пор не утихают (Федорова, Гусев 2008: 175). За многие годы исследований, начиная с 1935–1936 гг., здесь сделано множество открытий, однако недавно Усть-Полуй предстал в совершенно новом свете. В 2010, 2012 и 2015 гг. экспедицией Ан.В. Гусева на разных раскопанных участках обнаружены следы производства железа. Остатки черной металлургии датируются рубежом эр и сегодня являются древнейшими и единственными во всей циркумполярной зоне (!) в эпоху раннего железа. Открытие металлургии на Усть-Полуе переворачивает наши представления о технологическом уровне древнего населения полярной Сибири. В 1935 г. профессор В. Равдоникас написал своему финскому коллеге А. Тальгренну про находки художественных изделий из кости и рога на Усть-Полуе: «Это буквально мировое открытие» (Гусев 2008). Спустя 80 лет мы можем сказать то же самое, но уже рассматривая найденные следы древнейшей черной металлургии.

Материалы 2010–2012 гг. опубликованы (Водясов, Гусев 2016). В данной статье вводятся в научный оборот новые источники по черной металлургии, обнаруженные в 2015 г. на Усть-Полуе. Цель настоящей статьи – комплексное исследование черной металлургии Усть-Полуя.

Контекст обнаружения и датировка свидетельств черной металлургии

Древнее святилище Усть-Полуй расположено на правом берегу р. Полуй, приблизительно в 2 км от ее впадения в р. Обь. Памятник находится в Заполярье на территории современного г. Салехарда (рис. 1).

Учитывая, что эта статья завершает анализ имеющихся сегодня источников по черной металлургии Усть-Полуя, имеет смысл обобщить здесь новые и уже опубликованные данные (Водясов, Гусев 2016).

В 2010–2012 гг. все найденные свидетельства производства железа были приурочены ко рву, опоясывающему территорию памятника (Водясов, Гусев 2016: рис. 2). В 2012 г. на его краю обнаружены развал сыродутного горна и скопление шлаков, большинство из которых залегало по склону рва и на его дне. Определить точное назначение горна (плавильный или кузнечный) и его конструктивные особенности, к со-

жалению, было невозможно ввиду очень плохой сохранности тепло-технического сооружения.

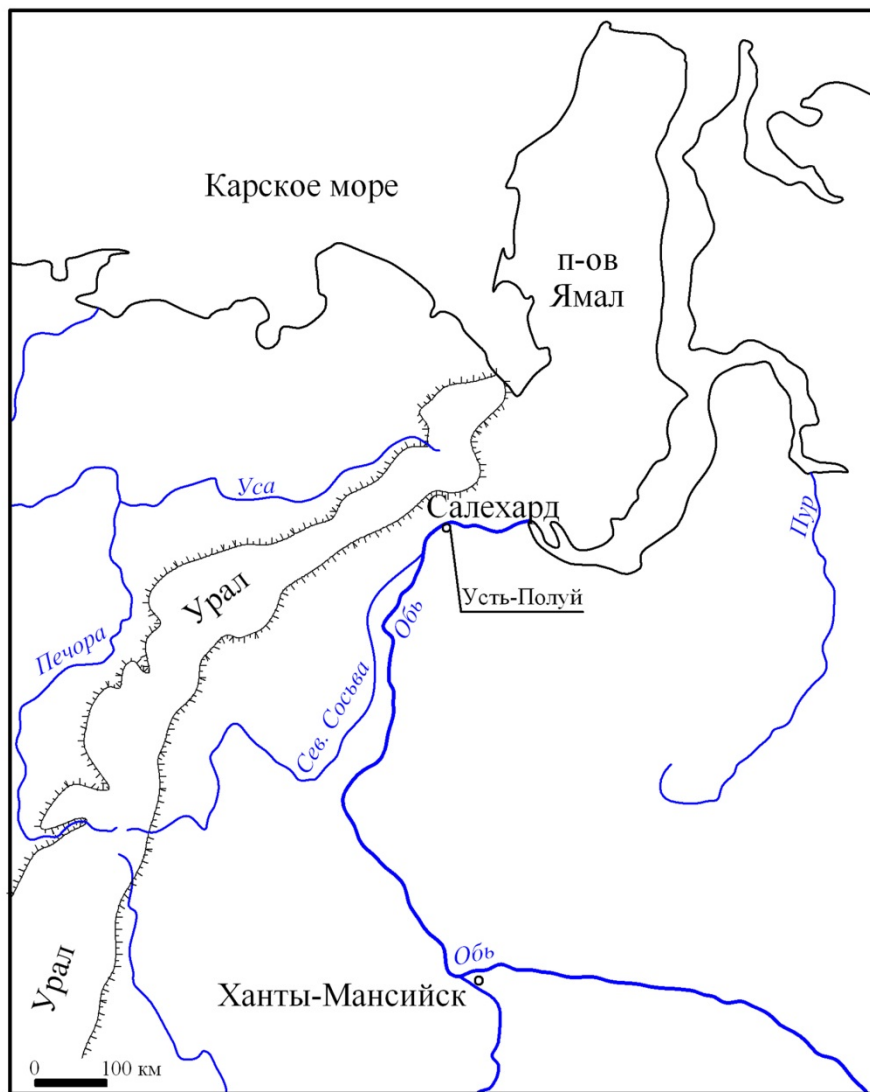


Рис. 1. Местоположение древнего святилища Усть-Полуй

Тем не менее морфология найденных в 2010–2012 гг. шлаков говорит о том, что древнее население владело железоделательными и кузнечными технологиями. Коллекция шлаков представлена как донными шлаковыми лепешками (рис. 2, 1), образовавшимися на дне железоплавильного горна, так и кузнечными шлаковыми лепешками (рис. 2, 2) и

мелкими кузнечными шлаками (рис. 2, 3), формирование которых связано с дальнейшими операциями по обработке крицы.

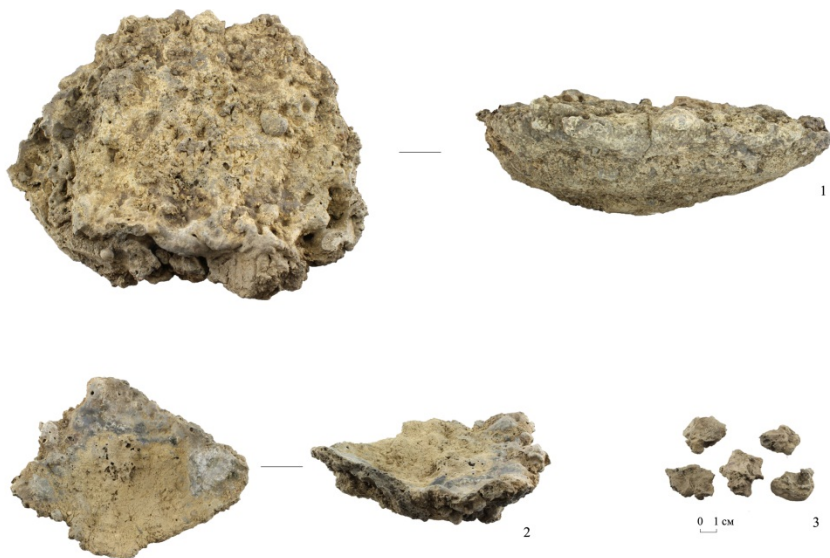


Рис. 2. Основные типы железных шлаков, найденных на Усть-Полуе в 2010–2012 гг.

Исходя из контекста обнаружения свидетельств металлургии в 2010–2012 г., мы предполагаем, что металлургическая деятельность проходила вдоль края рва. Дальнейшие процессы археологизации приводили к сползанию шлаков и остатков археометаллургических объектов по его склону. Время сооружения рва по дендрохронологии датируется семидесятыми годами до н. э. Датировка объекта черной металлургии, раскопанного в 2012 г., определена на основе радиоуглеродного метода с учетом калибровки – III в. до н. э. – I в. н. э. (Водясов, Гусев 2016: 63).

В 2015 г. было продолжено изучение территории памятника на внутренней стороне рва. В ходе раскопок исследована металлургическая площадка. Первоначально было расчищено большое скопление обожженных камней, сильно растрескавшихся от высоких температур. Размер скопления – примерно 1,4×1 м (рис. 3).

Среди камней встречались угли и мелкие кальцинированные кости. Характер объекта говорил сам за себя: при его расчистке обнаружено несколько десятков скоплений железных шлаков общим весом приблизительно 4 кг.

За все предшествующие годы раскопок на Усть-Полуе фиксировались отдельные находки шлаков, но такая концентрация встречена впервые. Шлаки залегали как в виде отдельных фракций размером в 1–3 см, так и в виде скоплений до 10–15 см в диаметре.



Рис. 3. Древнее святилище Усть-Полуй. Metallургическая площадка (раскопки 2015 г.)



Рис. 4. Древнее святилище Усть-Полуй. Железоплавильный горн (раскопки 2015 г.):
А – основание горна; *Б* – канал для выпуска шлака;
В – выпускной шлак; *Г* – глиняная обмазка

Металлургическая площадка включала в себя остатки железоплавильного сыродутного горна и место для кузнечных операций (см. рис. 3).

От горна сохранились основание диаметром 30–35 см, сооруженное из обломков горных пород и глины, и стенки, лежащие вокруг (см. рис. 4). Здесь же найдены фрагменты глиняной обмазки горновых стенок толщиной 1–2 см (см. рис. 4, з). Почти все обмазки ошлакованы.

Высоту горна реконструировать сложно, но, судя по объему развалившихся стенок, вряд ли он был выше 0,5 м. Интересной технологической особенностью горна являлось наличие шлаковывпускного канала диаметром около 1,5 см (см. рис. 4, б). Канал для выпуска жидкого шлака находился с западной стороны сооружения у самого основания. Непосредственно у канала расчищен монолит шлака, выпущенного из горна в жидком состоянии и застывшего здесь же (см. рис. 4, в).

Рядом с железоплавильным горном, к сожалению, не обнаружено фракций железной руды. Не найдена руда и в раскопах предыдущих лет (Водясов, Гусев 2016). Скорее всего, это связано с тем, что заготовка, обжиг и дробление руды происходили на специальных вынесенных за пределы памятника площадках. Возможно, к местам плавки железную руду доставляли уже в виде измельченного порошка.

Следующий цикл производства железа связан с кузнечными операциями. Известно, что горновая крица содержит большое количество пустот и шлаковых включений, которые необходимо удалить посредством повторного нагрева крицы уже в кузнечном горне (Pleiner 2000: 215). Вероятнее всего, нагрев и проковка крицы проходили непосредственно вблизи сыродутного горна: в 0,5 м к юго-востоку от железоплавильного объекта найдено скопление мелких расколотых шлаков размерами 1–3 см и небольших кузнечных шлаковых лепешек (рис. 5). Вероятно, для проковки крицы использовались каменные наковальни.

Здесь же обнаружено кричное железо – фрагмент крицы (рис. 5, 10), что является первой подобной находкой на Усть-Полуе. Размер фрагмента 3,6×1,8×0,8 см. В ходе проковки горячей крицы ее небольшой кусок откололся и остался в культурном слое.

Наличие в исследованном комплексе большого количества кальцинированных костей является индикатором того, что древние плавильщики использовали кости животных в качестве флюса.

Помимо отходов черной металлургии, среди камней и шлаков обнаружены следы бронзолитейного дела: мелкие сплески бронзы, небольшой фрагмент плоскодонного тигля, стенка бронзового котла. Археологические находки представлены птицевидной бронзовой отливкой, парой бусин из стекловидной пасты, двумя железными кольцами. Непосредственно рядом со шлаковывпускным каналом лежал венчик керамического сосуда (см. рис. 4).

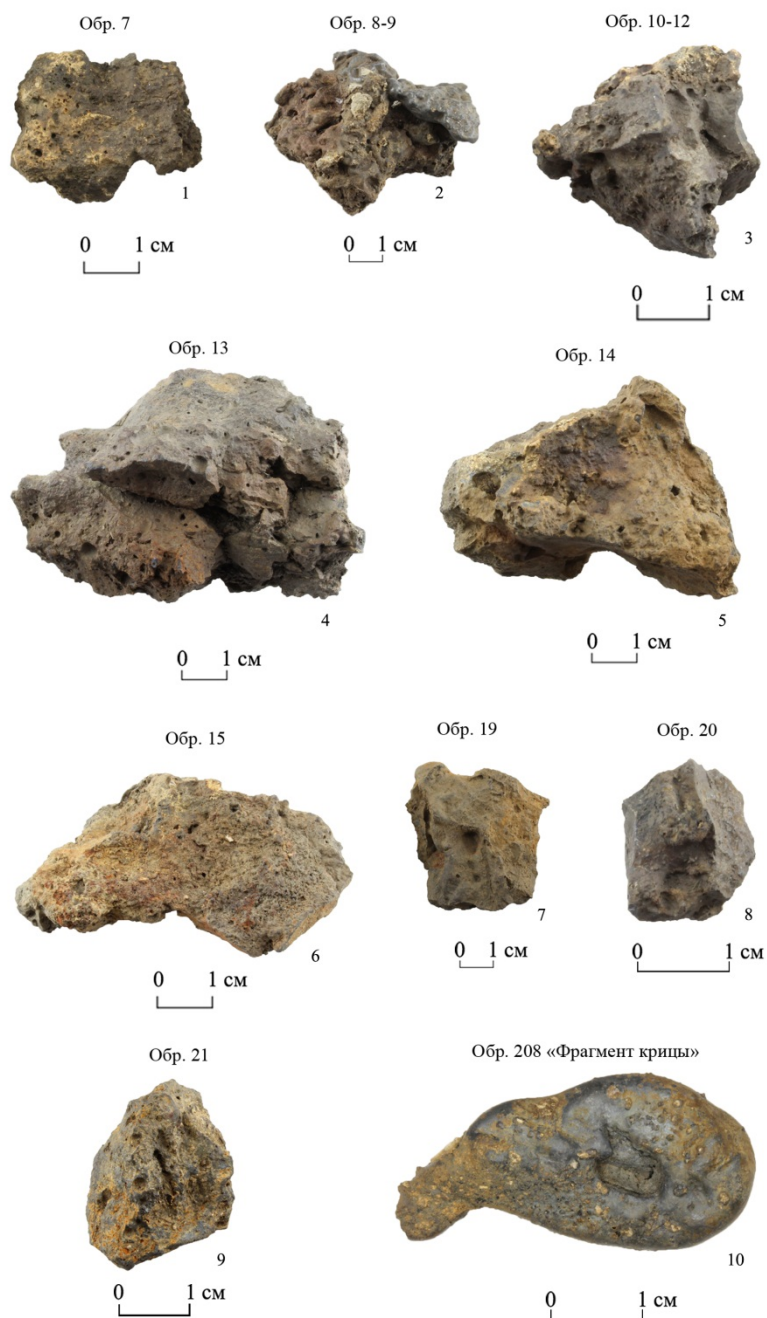


Рис. 5. Древнее святилище Усть-Полуй. Metallургическая площадка. Шлаки и фрагмент крицы (раскопки 2015 г.)

Подобная керамика встречена в большом количестве в основном комплексе Усть-Полуя (Мошинская 1965: 23, рис. 11), а также на одно-временном ему памятнике Катра-Вож. За пределами низовьев Оби она зафиксирована в Сургутском Приобье на Барсовой Горе (Чемякин 2008: 180, рис. 74) и в Томском регионе (Чиндина 1984: 249, рис. 43). По мнению двух последних авторов, подобные сосуды относятся к саровскому этапу кулайской культуры, датируются последними веками до н.э. – первыми веками н.э. Даты основного слоя Усть-Полуя с подобной керамикой определены в пределах I в. до н. э. – I в. н. э.

Обнаружение остатков бронзолитейного производства вместе с железными шлаками, возможно, указывает на многофункциональность металлургической площадки.

Для определения хронологии археометаллургического объекта взят анализ древесного угля (полевой № 766), залежавшего на одном уровне с кузнечными шлаками среди прочих остатков металлургической деятельности. Анализ выполнен в Лаборатории геологии и палеоклиматологии кайнозоя Института геологии и минералогии СО РАН. Калибровка выполнена с помощью программы CalPal. С учетом калибровки исследованный комплекс датируется I в. до н. э. – I в. н. э. (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Результаты радиоуглеродного датирования археометаллургического объекта

14C-age BP	1995 ± 75
Calendric Age calBP	1967 ± 87
68% range calBP	1879–2054
Calendric Age calBC	17 ± 87

Важно, что данный археометаллургический объект практически синхронен исследованному в 2012 г. горну и, скорее всего, составляет с ним единый по времени производственный комплекс на территории Усть-Полуя.

Таким образом, имеющиеся сегодня археологические источники позволяют говорить о том, что древние мастера Усть-Полуя на рубеже эр обладали технологиями как бронзолитейного, так и железоделательного и кузнечного производства. Малая концентрация железных шлаков на Усть-Полуе (всего около 7 кг) свидетельствует либо о начальном этапе проникновения новых технологий, либо об организации основных производств железа за пределами памятника. Возможно также, что шлаки могли быть найдены и предшествующими исследователями Усть-Полуя, но не атрибутированы как остатки железоделательного и кузнечного циклов: по устной информации Н.А. Алексащенко, шлаки присутствуют в составе коллекции 1935–1936 гг., хранящейся в фондах МАЭ им. Петра Великого (Кунсткамера). Идентификация этого материала пока не проводилась.

Многочисленные археологические эксперименты П. Крюю показали, что для производства железного бруска весом 0,5 кг, пригодного к дальнейшей ковке, необходимо переплавить около 8 кг руды, что даст примерно 6 кг шлака (Stew 2013). Учитывая, что на металлургической площадке, исследованной в 2015 г., найдено около 4 кг плавильных и кузнечных шлаков, древние мастера получили крицу весом чуть больше 1 кг, из которой вышло примерно 0,3 кг ковкого железа.

Несмотря на относительно немногочисленные находки шлаков, использование плавильщиками Усть-Полуя технологий шлаковывпуска маркирует достаточно высокий уровень древних производств. Горны со шлаковывпускным каналом отличаются большей производительностью в отличие от горнов, работающих без него (Наумов 2008: 102). Древние мастера знали о свойствах костей животных в качестве флюсов, которые придавали шлакам текучесть и уменьшали потери железа. Добавление флюсов, содержащих СаО, понижало также в готовом железе количество вредной серы (Pleiner 2000: 255). Важно, что металлургия железа представлена на Усть-Полуе хотя и в эпизодических масштабах, но уже в развитом виде, о чем говорят технологии шлаковывпуска и флюсования.

В больших объемах металлообрабатывающая деятельность на Усть-Полуе связана с бронзолитейным производством (Чернецов 1953: 146; Федорова, Гусев 2008: 176; Гусев, Федорова 2012).

Контекст обнаружения разных типов шлаков в пределах одного комплекса, раскопанного в 2015 г., позволяет сделать вывод, что для плавки руды и проковки крицы использовалась одна металлургическая площадка. Вероятно, здесь же могли плавить и бронзу. Возможно, на ранних стадиях черной металлургии эти процессы осуществлялись одними и теми же мастерами, хотя, из-за ограниченной информативности археологических источников, эти гипотезы доказать невозможно.

По материалам раскопок Усть-Полуя в 2006–2015 гг. известно как минимум 40 железных предметов. Помимо этого, три железных ножа с Усть-Полуя ранее опубликовала В.И. Мошинская (Мошинская 1953: табл. IX). Все металлические орудия труда Усть-Полуя выполнены из железа. Эти категории инвентаря представлены 24 ножами и 5 иглами. Очевидно, что в культуре населения, оставившего Усть-Полуй, железо полностью вытеснило бронзу из орудийной сферы на рубеже эр. При этом все предметы вооружения Усть-Полуя этого же времени продолжали изготавливаться из бронзы (кельт, кинжалы, чеканы, наконечники стрел). Исключение составляет один железный черешковый наконечник стрелы, найденный в раскопе Ан.В. Гусева в 2007 г.

Хотя здесь надо отметить, что необходимо отдельное комплексное исследование железных изделий Усть-Полуя, чтобы доказать их происхождение.

Результаты комплексного изучения железных шлаков

Для изучения вещественного состава усть-полуйских шлаков был использован комплекс минералого-петрографических и геохимических методов: исследование прозрачных шлифов, рентгенофлуоресцентный, рентгенофазовый и эмиссионный спектральный анализы, растровая электронная микроскопия, совмещенная с микрорентгеноспектральным анализатором. Исследования проведены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» Томского государственного университета.

Большая часть шлаков состоит из двух частей: одна часть представляет собой собственно шлак (стекловатая пористая масса), а вторая – обломки горных пород или феррита в силикатной массе. Горные породы имеют пестрый состав – от кислых гранитов, кристаллических сланцев до основных эффузивов. Это объясняется тем, что для постройки горна использовались, вероятно, обломки горных пород, собираемые в непосредственной близости на берегу р. Полуй. Стекловатая масса шлака представляет собой спекшиеся или сплавленные агрегаты зерен кварца, плагиоклазов, обломков горных пород и новообразованных силикатных минералов. Шлаки нередко сильно изменены, покрыты охрами гидроксидов железа, стекловатая часть в порах и пустотах хлоритизирована. Феррит представляет собой агрегаты железа, покрытые оксидом железа (вюстит / маггемит). В шлаках феррит темного цвета, с металловидным блеском и слабомагнитен, чаще представляет собой дендриты (скелетные кристаллы) в силикатной матрице.

Исследования шлаков рентгенофазовым анализом показал наличие фаз, которые образовались при раскристаллизации железо-силикатной фазы – оксиды (кристобалит, купрошпинель, магнезиоферрит) и силикаты (фаялит, геденбергит). Присутствие их наравне с дендритами феррита указывает на высокие температуры и быстрое охлаждение. Окончательное формирование кричного железа происходит при постепенном укрупнении зерен и дендритов феррита при плавке руд (рис. 6).

Основные и примесные элементы были определены с помощью рентгенофлуоресцентного и эмиссионного спектрального анализов (табл. 2–4).

Рентгенофлуоресцентный анализ фрагмента кричного железа, найденного в 2015 г., выполнен Ю.А. Подосеновой в Пермском научном центре УРО РАН. Количество железа в крице составляет чуть более 98%, также присутствует повышенное количество марганца и свинца (табл. 2).

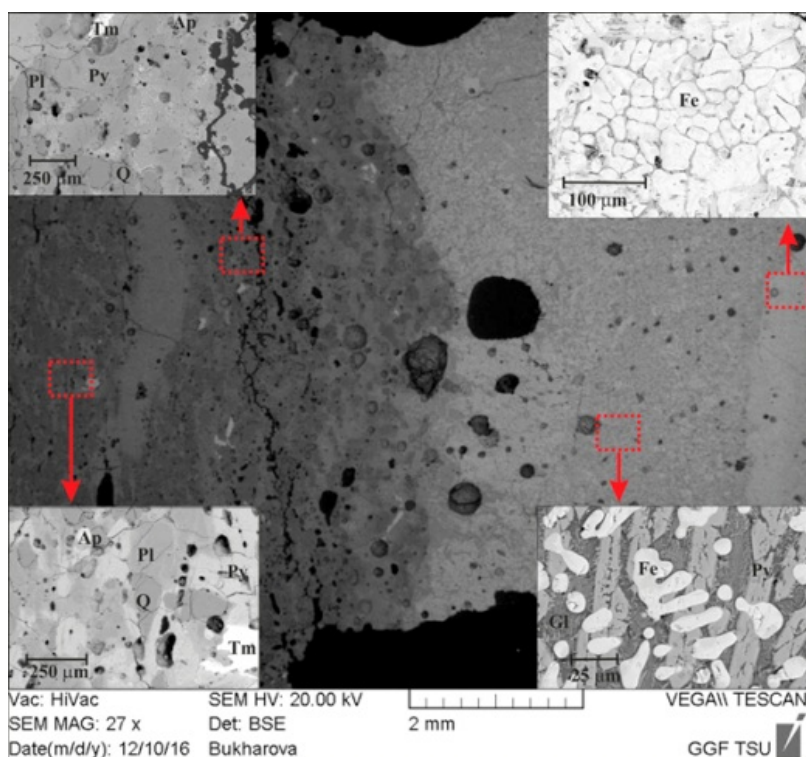


Рис. 6. Изображение BSE железного шлака (образец 10/1429):

Ap – апатит; Fe – феррит; Gl – стекло; Py – пироксен; Pl – плагиоклаз;

Tm – титаномагнетит; Q – кварц.

Аналитик: О.В. Бухарова, доцент кафедры минералогии и геохимии ГГФ ТГУ

Таблица 2

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа кричного железа, вес. %

Fe	Mn	Ni	Cu	Zn	Pb	Сумма
98,2	1,06	0,06	0,13	0,03	0,51	99,99

Поскольку шлаки представляют собой спекшиеся остатки после выплавки руды, в них содержится большое количество как основных, так и примесных компонентов. По коэффициенту основности и кремневому модулю, учитывающим содержание шлакообразующихся компонентов, шлаки являются кислыми.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа железных шлаков, вес. %

№ п/п	№ пр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	*FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	Сумма
1	4/940	40,37	0,41	11,68	29,66	0,121	5,86	5,87	0,34	0,88	0,60	0,004	95,78
2	7/1527	48,06	0,55	8,86	25,86	0,311	3,11	4,49	2,23	2,13	0,79	0,006	96,38
3	9/912	33,45	0,43	7,51	40,17	0,037	3,10	4,49	1,65	1,54	1,34	>0,001	93,71
4	10/1429	26,20	0,50	7,82	36,06	0,405	3,78	9,39	2,30	2,41	6,40	>0,001	95,26
5	13/927	29,39	0,34	7,11	41,23	0,153	2,80	6,73	0,16	1,65	3,66	>0,001	93,21
6	15/931	25,50	0,30	6,66	41,93	0,144	2,37	8,75	0,15	1,80	5,62	>0,001	93,23
7	19/945	31,67	0,31	6,90	42,45	0,068	3,63	4,21	2,40	0,95	1,02	>0,001	93,61
8	20/1277	37,71	0,53	10,69	30,17	0,155	4,51	6,05	2,52	2,06	1,94	0,006	96,34
9	21/1349	29,10	0,28	5,21	49,39	0,001	2,42	3,78	0,16	0,27	0,48	0,001	91,11

Примечание. *FeO = FeO+Fe₂O₃. Анализы выполнены на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном анализаторе ED2000, Oxford (Великобритания). Аналитик – Е.М. Асочакова, канд. геол.-минерал. наук, инженер-исследователь ЦКП АЦПИС, доцент кафедры минералогии и геохимии ГГФ ПГУ.

Результаты количественного спектрального анализа железных шлаков, вес. %

№ пр.	V	Yb	Cr	Ti	Mn	Cu	Ba	Sc	Zr	Ga	Sn	Y
И.О.	0,0005	0,00005	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,020	0,0002	0,0030	0,0003	0,0002	0,0005
1	4/940	0,0030	0,00028	0,0030	0,0600	0,2810	0,0100	0,043	0,0003	0,0080	0,0012	0,0006
2	9/912	0,0050	0,00023	0,0050	0,0800	0,0780	0,0300	0,048	0,0003	0,0040	0,0016	0,0005
3	10/1429	0,0150	0,00022	0,0500	0,1200	0,1240	0,0080	0,020	0,0003	0,0070	0,0012	0,0004
4	18/1682	0,0080	0,00034	0,0110	0,0800	0,4060	0,0110	0,020	0,0002	0,0085	0,0013	0,0003

№ пр.	Zn	Pb	Ag	As	Co	Ge	Sb	Bi	P	Nb	La	Ni
И.О.	0,0030	0,0003	0,00001	0,01	0,001	0,0003	0,003	0,0003	0,08	0,001	0,003	0,0003
1	4/940	0,0200	0,00014	–	0,0032	–	–	0,0003	0,8900	0,0015	0,003	0,0070
2	9/912	0,0770	0,00015	0,014	0,0160	0,0005	0,003	–	0,9090	0,0020	0,005	0,0070
3	10/1429	0,0330	0,00016	0,011	0,0100	0,0003	0,01	–	0,8400	0,0010	0,003	0,0150
4	18/1682	0,0520	0,0005	0,011	0,0350	0,0003	–	–	0,3440	0,0015	0,003	0,0100

Примечание. И.О. – предел обнаружения, минимальная концентрация, которую можно обнаружить данным методом; – элемент не обнаружен; 1 г/т = 0,0001%. Аналитик – Е.Д. Атапова, инженер кафедры минералогии и геохимии ГГФ ПГУ.

Анализ микроэлементного состава показал, что пробы содержат элементы, значительно превышающие кларк (среднее содержание в земной коре). Большая часть этих элементов представляет собой группу железа – элементы, геохимически родственные железу: V, Cr, Co, Ni. Кроме того, отмечаются высокие содержания фосфора и бария.

Важно, что элементный состав шлаков, обнаруженных в 2015 г., полностью совпадает с составом шлаков, найденных на других участках Усть-Полуя. Это указывает на единство применяемых технологий в древности и разработку одного месторождения железной руды. Для поиска железорудных источников древней металлургии Усть-Полуя необходимы комплексные полевые исследования.

Отличительной особенностью усть-полуйских шлаков является повышенное содержание оксида кальция – 6% (табл. 3). На его количество влияет состав железной руды, топливо и флюсы (Crew 2007). Наличие в металлургическом объекте пережженных костей животных, добавляемых в шихту в качестве флюсов, объясняет такое количество кальция в древних шлаках. Для сравнения укажем, что среднее содержание CaO в археологических шлаках Обь-Иртышья составляет всего 1,2% (Зиняков 1997, табл. 3).

Рентгенофлуоресцентный анализ выявил также повышенное содержание марганца (Mn) в кричном железе (табл. 2). Марганец переходит в шлаки и железо из руды. Он увеличивает прочность изделия и предел прочности на разрыв, а также влияет на снижение в стали вредной и пагубной серы (Borovsky et al. 2012: 28).

Одним из важных элементов, оказывающих влияние на свойство железного изделия, является фосфор (P). Отметим здесь, что, подсчитывая среднее количество фосфора в усть-полуйских шлаках, найденных в 2010–2012 гг. (Водясов, Гусев 2016: 62), авторы совершили ошибку, поскольку в общую статистику включили количество фосфора как в шлаковых, так и в нешлаковых образцах (ошлакованных стенках горна). Это привело к завышенному количеству оксида фосфора – 5,9%. В действительности, по материалам 2010–2015 гг., среднее содержание P_2O_5 в шлаках Усть-Полуя составляет 2,5%. По известной формуле (Piaskowski 1965; Pleiner 2000: 265) можно подсчитать содержание фосфора в железной продукции. $P(\text{метал}) = (0,12–0,35) \times P_2O_5(\text{шлак})$. Таким образом, железо, изготовленное древними мастерами Усть-Полуя, содержало 0,3–0,8% фосфора. Такое количество характеризует изделия как высокофосфористые (Piaskowski 1988). Высокие содержания фосфора увеличивали их прочность и сопротивление коррозии (Pleiner 2000: 265). Наличие фосфора в рудах препятствовало также науглероживанию железа в ходе сыродутного процесса (Завьялов, Розанова, Терехова 2009: 62). То есть результатом плавки железных руд с высоким содержанием фосфора являлось «чистое» железо с низким содержанием углерода.

По мнению Е. Пяковского, разработавшего формулу перехода фосфора из руды в железо и шлаки, по количеству фосфора в изделии можно установить тип используемых руд. Высокофосфористые изделия (0,18–1% фосфора) изготавливались, как правило, из лимонитовых (болотных) руд (Piaskowski 1988).

Как указывает Р. Плейнер, лимонитовые руды были важнейшими рудными источниками древнейшей металлургии железа, так как они достаточно легко восстанавливались в горне и были широко распространены по всей Северной Евразии (Pleiner 2000: 88). В России лимонитовые руды часто называют «болотными рудами». В Скандинавии они именуются «озерными рудами». Болотные руды обычно содержат высокое количество фосфора (0,5–3%) и марганца (88). Указанные элементы, как показано выше, перешли в известном соотношении из руды в кричное железо и шлаки Усть-Полуя. Возможно, древние плавильщики Усть-Полуя добывали лимонитовые руды в бассейне Нижней Оби. Хотя надо отметить, что высокое содержание фосфора в шлаках могло быть также вызвано добавлением флюсов, поэтому выводы о типе используемых руд остаются преждевременными.

Причины появления древнейшей черной металлургии в Арктике

Открытие на Усть-Полуе черной металлургии пополняет немногочисленный перечень памятников эпохи раннего железа со следами железоделательного производства в Западной Сибири. Рассмотрим все известные археологические свидетельства этой эпохи в Обь-Иртышье.

В бассейне р. Обь единственным металлургическим объектом эпохи раннего железа (до открытия металлургии на Усть-Полуе) являлся сыродутный горн, найденный на Саровском городище в Нарымском Приобье и датированный I в. до н. э. – IV в. н. э. (Чиндина 1984: 105–106, 141). Автор раскопок, Л.А. Чиндина, определяет горн как сыродутный и железоплавильный, не приводя этому доказательств. Ею отмечено, что конструкцию горна установить не удалось, и сделан неожиданный вывод: «Железо варили в горшках в ямах или ставили на дно горна» (Чиндина 1984: 141). Лабораторные анализы обнаруженных шлаков не проводились, их количество, вес и морфология остаются неясными. Никаких других археометаллургических объектов эпохи раннего железа в Приобье пока не обнаружено.

В Прииртышье памятники черной металлургии рассматриваемой эпохи представлены тремя поселенческими комплексами. Все они находятся в левобережье Иртыша, на левых притоках р. Тобол: Рафайловское и Андреевское-VII городища, датированные VII–V вв. до н. э., и поселение Дуванское-II конца I тыс. до н. э. – начала I тыс. н. э. (Зиняков 1997: 228–229; Бельтикова 2005: рис. 2). Рафайловское и Андреевское-VII

городища связаны с восточным ареалом иткульского металлургического очага VIII–II вв. до н. э. (Бельтикова 2005). Поселение Дуванское-II относится к саргатской культуре (Корякова 1988).

Таким образом, сегодня известно всего пять археологических памятников со следами черной металлургии эпохи раннего железа на огромных просторах Обь-Иртышья.

Открытие в Сибирском Заполярье свидетельств черной металлургии закономерно ставит вопрос о причинах и истоках ее появления. Поиски аналогичных памятников во всем Циркумполярном поясе планеты не дали результатов. В арктической зоне Скандинавии, крупнейшем металлургическом центре Северной Европы, железоделательное производство появляется только в эпоху раннего Средневековья (Stenvik 2003: 125). На Аляске, в Северной Канаде и Северо-Восточной Сибири, в широтах полярного круга, железоплавильные и кузнечные горны эпохи раннего железа также не обнаружены. Таким образом, сегодня Усть-Полуй является самым северным и единственным (!) местом в циркумполярной зоне планеты, где человек освоил производство нового металла на рубеже эр.

Появлению в столь северных широтах Евразии собственной черной металлургии, на наш взгляд, должен был способствовать внешний импульс. Известно, что рождение черной металлургии было возможно лишь в тех культурах, где имелся большой опыт по добыче и плавке медных руд, поскольку железо первоначально являлось побочным продуктом бронзолитейного производства (Pleiner 2000: 12). Однако в Северное Приобье во все эпохи бронза поступала в виде готовой продукции (вещи, лом, слитки и др.), которая шла на переплавку. К тому же в Западной Сибири медной руды нет. Таким образом, сложные технологии производства железа здесь не могли родиться независимо.

Если мы взглянем на карту (рис. 1), то увидим, что место расположения Усть-Полуя находится недалеко от Полярного Урала. Установлено, что между населением Усть-Полуя и Северного Приуралья существовали культурные контакты (Федорова, Гусев 2008; Васкул 2012). Железоделательные технологии на Урале появились на 500 лет раньше, чем на Усть-Полуе. К V–III вв. до н. э. относятся наиболее ранние свидетельства металлургии железа на Урале (Завьялов и др. 2009: 77), что связано с развитием ананьинского очага черной металлургии. С середины I тыс. до н.э. новые технологии начинают распространяться по Уральскому региону, выходя за его пределы. С III в. до н. э. железо полностью вытеснило бронзолитейное дело на Урале, оставив последнему лишь производство украшений и культовых изделий (Корякова, Кузьминых, Бельтикова 2011: 12–14). Дальнейшее развитие ананьинских железоделательных технологий продолжили носители преемственной гляденовской археологической культуры в конце I тыс. до н. э. – пер-

вой половине I тыс. н. э. К сожалению, уровень и особенности производства железа гляденовской культуры пока не установлены ввиду скудности и слабой изученности археологических источников (Завьялов и др. 2009: 86–88).

Восточные склоны Уральских гор в VIII–III вв. до н. э. населяли металлургии иткульского очага (Бельтикова 2005: Koryakova, Epimakhov 2007: 196; Корякова и др. 2011: 13). Интересно, что организацию металлургических производств на Усть-Полуе и на памятниках иткульского очага сближает ряд моментов. Во-первых, плавильщики иткульской культуры часто возводили сыродутные горны вдоль линии фортификации (Бельтикова 2005: 179; Koryakova, Epimakhov 2007: 196). Подобная ситуация характерна и для Усть-Полуя. Во-вторых, для получения железа иткульские мастера использовали сооружения для выплавки меди (Корякова и др. 2011: 13). На Усть-Полуе следы металлообработки бронзы и железа также зафиксированы на одной металлургической площадке. В-третьих, на подавляющем большинстве иткульских металлургических площадок железная руда не обнаружена (Бельтикова 2005: табл. 6). Отсутствует она и на территории Усть-Полуя.

Отличия представлены в первую очередь размерами теплотехнических сооружений. В иткульском очаге средний диаметр оснований горнов составляет около 1 м, высота – до 1 м, а толщина глинобитных стенок – до 0,2 м (Бельтикова 2005: 176–177). Усть-полуйские горны, по найденным основаниям в 2012 и 2015 гг., были значительно меньших размеров, а толщина глиняной обмазки не превышала 3 см.

Таким образом, мы предполагаем, что появление железоделательных технологий в Нижнем Приобье на рубеже эр связано с распространением уральских традиций. Никакого другого крупного металлургического центра эпохи раннего железа, располагавшегося «по соседству» с Усть-Полуем, просто не существовало. Мы также не исключаем миграции уральского населения, приведшей к сложению на Усть-Полуе «точечного» очага древней металлургии. Об этом может косвенно свидетельствовать и тот факт, что технологии производства железа на Усть-Полуе внезапно появились в готовом виде и на достаточно высоком уровне – мастера уже знали технологии шлаковывпуска и флюсования.

Заключение

Подводя итоги комплексного исследования черной металлургии Усть-Полуя, имеет смысл перечислить основные выводы и гипотезы. Во-первых, железоделательные и кузнечные технологии появились в Циркумполярном регионе Западной Сибири уже на рубеже эр. Древнее святилище Усть-Полуй является самым северным и единственным местом в арктическом регионе, где обнаружены свидетельства черной ме-

таллургии эпохи раннего железа. Во-вторых, древние плавильщики Усть-Полуя сооружали сыродутные горны из глины и каменных стенок и обладали технологиями выпуска жидкого шлака. В качестве флюсов использовались кости животных. В-третьих, геохимическая однородность разных шлаков говорит о единстве применяемых технологий и разработке одного железорудного месторождения. Такими рудными источниками могли являться лимонитовые руды Нижнего Приобья, хотя эта гипотеза требует отдельного исследования.

Наконец, в-четвертых, импульсом к появлению древнейшей металлургии в Заполярье, на наш взгляд, послужили миграции «металлоносных» культур с территории Восточного Урала, где черная металлургия была развита задолго до ее трансферта в Нижнее Приобье.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Ю.А. Подосеновой, старшему научному сотруднику Пермского научного центра УРО РАН, за выполнение рентгенофлуоресцентного анализа кричного железа, найденного на Усть-Полуе в 2015 г.

Литература

- Бельтикова Г.В. Среда формирования и памятники зауральского (иткульского) очага металлургии // Археология Урала и Западной Сибири (к 80-летию со дня рождения Владимира Федоровича Генинга). Екатеринбург: УрГУ, 2005. С. 162–186.
- Васкул И.О. Культурные связи населения Европейского Северо-Востока с Зауральем и Западной Сибирью в ананьинское время // Историческая демография. Москва; Сыктывкар, 2012. № 2 (10). С. 4–8.
- Водясов Е.В., Гусев А.В. Древнейшие свидетельства освоения человеком железа в Нижнем Приобье (по материалам раскопок Усть-Полуя в 2010–2012 гг.) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2016. № 4 (35). С. 58–68.
- Гусев А.В. Время Усть-Полуя // История Ямала: взгляд из музейных хранилищ. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2008. Вып. 1. С. 5–14.
- Гусев А.В., Фёдорова Н.В. Древнее святилище Усть-Полуй: конструкции, действия, артефакты. Итоги исследований планиграфии и стратиграфии памятника: 1935–2012 гг. Салехард, 2012. 59 с.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С., Терехова Н.Н. История кузнечного ремесла финно-угорских народов Поволжья и Предуралья: К проблеме этнокультурных взаимодействий. М.: Знак, 2009. 264 с.
- Зиняков Н.М. Черная металлургия и кузнечное ремесло Западной Сибири: Учеб. пособие для вузов по специальности «Археология». Кемерово: Кузбассвуиздат, 1997. 368 с.
- Корякова Л.Н. Ранний железный век Зауралья и Западной Сибири (саргатская культура). Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1988. 240 с.
- Корякова Л.Н., Кузьминых С.В., Бельтикова Г.В. Переход к использованию железа в Северной Евразии // Материалы круглого стола «Переход от эпохи бронзы к эпохе железа в Северной Евразии»: Санкт-Петербург, 23–24 июня 2011 г. СПб., 2011. С. 10–16.

- Мошинская В.И. Материальная культура и хозяйство Усть-Полуя // Древняя история Нижнего Приобья. МИА СССР. М., 1953. № 35. С. 72–106.
- Мошинская В.И. Археологические памятники севера Западной Сибири. М.: Наука, САИ ДЗ-8, 1965. 89 с.
- Наумов А.Н. Черная металлургия и железообработка на сельских памятниках Куликова поля в конце XII – третьей четверти XIV вв. Тула: Гос. музей-заповедник «Куликово поле», 2008. 255 с.
- Федорова Н.В., Гусев А.В. Древнее святилище Усть-Полуй: на перекрестке культурных традиций // Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. М.: ИА РАН, 2008. Т. II. С. 175–177.
- Чемакин Ю.П. Барсова Гора: очерки археологии Сургутского Приобья. Древность. Сургут; Омск: ОАО «Омский дом печати», 2008. 224 с.
- Чернецов В.Н. Бронза усть-полуйского времени // Древняя история Нижнего Приобья. МИА СССР. М., 1953. № 35. С. 121–178.
- Чиндина Л.А. Древняя история Среднего Приобья в эпоху железа. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1984. 256 с.
- Borovský T., Kijac J., Bul'ko I. B., Domovec M., Havran J. The influence of slag composition on the distribution of manganese between slag and metal in the electric furnace // Acta Metallurgica Slovaca. 2012. Vol. 18, № 1. P. 28–33.
- Crew P. CaO enhancement in slags: the influence of fluxing or fuel ash? // Early Ironworking in Europe II conference. Plas Tan y Bwlch. 2007. P. 50–52.
- Crew P. Twenty-five years of bloomery experiments: perspectives and prospects // Accidental and Experimental Archaeometallurgy, HMS Occasional Publication № 7. London, 2013. P. 27–54.
- Koryakova L., Epimakhov A.V. The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages. New York: Cambridge University Press, 2007. 383 s.
- Piaskowski J. Correlation between the phosphorus content in iron ore or slag and that in bloomery iron // Archaeologia Polona. Wrocław; Warszawa; Krakow, 1965. Vol. VIII. P. 83–103.
- Piaskowski J. Rodzaje rud stosowanych do wytopu Żelaza na ziemiach Polski w starożytności i we wczesnym średniowieczu // Surowce mineralne w pradziejach i we wczesnym średniowieczu Europy Środkowej. B. Gediga (red.) Wyd. PAN, Wrocław, 1988. P. 63–80.
- Pleiner R. Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters. Archeologický ústav AVČR, 2000. 400 p.
- Stenvik Lars F. Iron Production in Scandinavian Archaeology // Norwegian Archaeological Review, 2003. Vol. 36, № 2. P. 119–134.

Статья поступила в редакцию 21 апреля 2017 г.

Vodyasov Evgeniy V., Gusev Andrey V., Asochakova Evgeniya M.

UST-POLUI: THE EARLIEST EVIDENCE OF IRON METALLURGY IN THE ARCTIC REGION*

DOI: 10.17223/2312461X/17/7

Abstract. The article reveals the ancient iron smelting sources discovered in 2010–2015 in the ancient sanctuary of Ust-Polui (on the territory of the Russian city of Salekhard). Ust-Polui's iron production artifacts that date back to the III century BC and the I century AD are the earliest evidence of iron metallurgy in the circumpolar area. The iron production sites found in Ust-Polui were associated with an ancient ditch, at the edge of which the bloomery process must have been organised. It is suggested, based on the thickness of bloomery walls (1.5–3 cm), preserved bottoms, and slag morphology, that Ust-Polui smelters used small smelting clay and stone furnaces (0.5 m high at the most). Ancient metallurgists knew the

technologies of draining liquid slag and added animal bones to a charge as a flux. Archaeological and geochemical analysis proves that all slag described in this article was produced as a result of developing the same iron ore deposit. There is no other similar evidence of iron smelting and blacksmithing found that far north at the cusp of the epochs. It was only in the Middle Ages that smelting furnaces began to appear in the circumpolar zone of Scandinavia, the largest metallurgic region of Northern Europe, and furnaces of the Early Iron Age were found much further south from the Arctic circle. Ust-Polui is probably the most northern point on Earth where iron metallurgy was developed by ancient people. Finally, the impulse to the emergence of the earliest metallurgy in the polar region, in our opinion, came from migration of smelters from the territory of East Ural, where iron metallurgy had been developed long before its transfer to the Lower Ob region.

Keywords: Ust-Polui, circumpolar zone, iron smelting, Early Iron Age

* The reported study was funded by the Russian Foundation for Fundamental Research (RFFI) under to the research project No. 16-36-00329.

References

- Bel'tikova G.V. Sreda formirovaniia i pamiatniki zaural'skogo (itkul'skogo) ochaga metallurgii [Formation of and artifacts from the Trans-Ural (Itkul'skiy) centre of metallurgy], *Arkheologiya Urala i Zapadnoi Sibiri (k 80-letiiu so dnia rozhdeniia Vladimira Fedorovicha Geninga)* [The archaeology of Ural and Western Siberia (associated with the 80th anniversary since the birth of Vladimir F. Gening)]. Ekaterinburg: UrGU, 2005, pp. 162–186.
- Vaskul I.O. Kul'turnye sviazi naseleniia Evropeiskogo Severo-Vostoka s Zaural'em i Zapadnoi Sibir'iu v anan'inskoe vremia [Cultural ties between the population of the European North-East and that of the Trans-Ural region and Western Siberia in the Ananyino period], *Istoricheskaya demografiia. Nauchnyi zhurnal*. Moscow-Sykt'yvkar, 2012, no. 2 (10), pp. 4–8.
- Vodiasov E.V., Gusev A.V. Drevneishie svidetel'stva osvoeniia chelovekom zheleza v Nizhnem Priob'e (po materialam raskopok Ust'-Poluia v 2010-2012 gg.) [The most ancient evidence of iron processing in the Lower Ob region (based on materials from excavations in Ust-Polui in 2010-2012)], *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, 2016, no. 4 (35), pp. 58–68.
- Gusev A.V. Vremia Ust'-Poluia [The time of Ust-Polui], *Istoriia Iamala: vzgliad iz muzeinykh khranilishch. Vyp. 1* [The history of Yamal: a view from museum depositories. Issue 1]. Ekaterinburg: Ural'skii rabochii, 2008, pp. 5–14.
- Gusev A.V., Fedorova N.V. Drevnee sviatilishche Ust'-Polui: konstruktii, deistviia, artefakty. Itogi issledovaniia planigrafii i stratigrafii pamiatnika: 1935-2012 gg. [The ancient sanctuary of Ust-Polui: constructions, actions, and artifacts. The results of research on the planning and stratigraphy of the site: 1935-2012] Salekhard, 2012. 59 p.
- Zav'ialov V.I., Rozanova L.S., Terekhova N.N. Istoriia kuznechnogo remesla finno-ugorskikh narodov Povolzh'ia i Predural'ia: K probleme etnokul'turnykh vzaimodeistvii [The history of blacksmith craft in the Finno-Ugric peoples in the Volga and Ural region: toward an issue of ethno-cultural interactions]. Moscow: Znack, 2009. 264 p.
- Ziniakov N.M. Chernaia metallurgiya i kuznechnoe remeslo Zapadnoi Sibiri: Uchebnoe posobie dlia vuzov po spetsial'nosti "Arkheologiya" [Iron metallurgy and blacksmith craft in Western Siberia: a university textbook for the subject area 'Archaeology']. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 1997. 368 p.
- Koriakova L.N. Rannii zheleznyi vek Zaural'ia i Zapadnoi Sibiri (sargatskaia kul'tura) [The Early Iron Age in the Trans-Ural region and Western Siberia (the Sargatskaya culture)]. Sverdlovsk: Izd-vo Ural. un-ta, 1988. 240 p.

- Koriakova L.N., Kuz'minykh S.V., Bel'tikova G.V. Perekhod k ispol'zovaniiu zheleza v Severnoi Evrazii [A transition to the use of iron in Northern Eurasia], *Materialy Kruglogo stola «Perekhod ot epokhi bronzы k epokhe zheleza v Severnoi Evrazii»: Sankt-Peterburg, 23-24 iyunia 2011 g.* [Proceedings of a roundtable titled 'A transition from the Bronze Age to the Iron Age in Northern Eurasia': Saint Petersburg, June 23-24, 2011]. St. Petersburg, 2011, pp. 10–16.
- Moshinskaia V.I. Material'naia kul'tura i khoziaistvo Ust'-Poluia [The material culture and economy of Ust'-Polui], *Drevniaia istoriia Nizhnego Priob'ia* [Ancient history of the Lower Ob region]. MIA SSSR, no. 35. Moscow, 1953, pp. 72–106.
- Moshinskaia V.I. *Arkheologicheskie pamiatniki severa Zapadnoi Sibiri* [Archaeological sites of the north of Western Siberia]. Moscow: Izd-vo Nauka, SAI D3-8. 1965. 89 p.
- Naumov A.N. *Chernaia metallurgii i zhelezoobrabotka na sel'skikh pamiatnikakh Kulikova polia v kontse XII – tret'ei chetverti XIV vv.* [Iron metallurgy and iron processing at rural sites of Kulikovo pole in the late XII to the third quarter of the XIV centuries]. Tula: Gos. muzei-zapovednik "Kulikovo pole", 2008. 255 p.
- Fedorova N.V., Gusev A.V. Drevnee sviatilishche Ust'-Polui: na perekrestke kul'turnykh traditsii [The ancient sanctuary of Ust'-Polui: at the intersection of cultural traditions], *Trudy II (XVIII) Vserossiiskogo arkheologicheskogo s'ezda v Suzdale. T. II* [The works II (XVIII) of the Russian national archaeological congress in Suzdal. Vol. II]. Moscow: IARAN, 2008. pp. 175–177.
- Chemiakin Iu.P. *Barsova Gora: ocherki arkheologii Surgutskogo Priob'ia. Drevnost'* [Barsova Gora: essays on the archaeology of the Surgut Ob region. Ancient times]. Surgut-Omsk: OAO "Omskii dom pečati", 2008. 224 p.
- Chernetsov V.N. Bronza ust'-poluiskogo vremeni [Bronze in the Ust'-Polui period], *Drevniaia istoriia Nizhnego Priob'ia* [Ancient history of the Lower Ob region]. MIA SSSR, no. 35. Moscow, 1953, pp. 121–178.
- Chindina L.A. *Drevniaia istoriia Srednego Priob'ia v epokhu zheleza* [Ancient history of the Middle Ob region in the Iron Age]. Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 1984. 256 p.
- Borovský T., Kijac J., Bul'ko I. B., Domovec M., Havran J. The influence of slag composition on the distribution of manganese between slag and metal in the electric furnace, *Acta Metallurgica Slovaca*, 2012, Vol. 18, no. 1, pp. 28–33.
- Crew P. CaO enhancement in slags: the influence of fluxing or fuel ash?, *Early Ironworking in Europe II conference, Plas Tan y Bwlch*, 2007, pp. 50–52.
- Crew P. Twenty-five years of bloomery experiments: perspectives and prospects, *Accidental and Experimental Archaeometallurgy, HMS Occasional Publication No 7*. London, 2013, pp. 27–54.
- Koryakova L., Epimakhov A.V. *The Urals and Western Siberia in the Bronze and Iron Ages*. New York: Cambridge University Press, 2007. 383 p.
- Piaskowski J. Correlation between the phosphorus content in iron ore or slag and that in bloomery iron, *Archaeologia Polona*. Vol. VIII. Wroclaw-Warszawa-Krakow, 1965, pp. 83–103.
- Piaskowski J. Rodzaje rud stosowanych do wytopu Żelaza na ziemiach Polski w starożytności i we wczesnym średniowieczu, *Surowce mineralne w pradziejach i we wczesnym średniowieczu Europy Środkowej. B. Gediga (red.)* Wyd. PAN, Wrocław, 1988, pp. 63–80.
- Pleiner R. *Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters*. Archeologický ústav AVČR, 2000. 400 p.
- Stenvik Lars F. Iron Production in Scandinavian Archaeology, *Norwegian Archaeological Review*, 2003. Vol. 36, no. 2, pp. 119–134.