

*Зайков В.В., Юминов А.М., Дунаев А.Ю., Зданович Г.Б., Григорьев С.А.* Геолого-минералогические исследования древних медных рудников на Южном Урале // Археология, этнография и антропология Евразии. 2005. 4 (24). С. 101–114.

*Зайков В.В., Юминов А.М., Анкушев М.Н., Ткачев В.В., Носкевич В.В., Епимахов А.В.* Горно-металлургические центры бронзового века в Зауралье и Мугоджарах // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Геоархеология, этнология, антропология». Иркутск: ИГУ, 2013. С. 174–195.

*Сальников К.В.* Очерки древней истории Южного Урала. М.: Наука, 1967. 407 с.

*Черных Е.Н.* Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 179 с.

***С.В. Богданов<sup>1</sup>, В.В. Ткачев<sup>1</sup>, А.М. Юминов<sup>2,3</sup>, С.В. Авраменко<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup> – Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, bogdanov-step@yandex.ru*

*<sup>2</sup> – ИМинУрО РАН, г. Миасс*

*<sup>3</sup> – Филиал ЮУрГУ, г. Миасс*

## **Геоархеологическая система исторических медных рудников Приуральского (Каргалинского) степного горно-металлургического центра**

Российскими и зарубежными исследователями во второй половине XX – начале XXI вв. достигнуты значительные успехи в изучении химико-металлургических групп древнего металла Евразии, технологий литья иковки медных и бронзовых изделий, а также в определении вероятных рудных источников металлопроизводства отдельных регионов. Вместе с тем, совершенно не изучены вопросы обогащения и пирометаллургического передела окисленных и сульфидных руд в медные слитки. Химизм этих процессов, температурные режимы, агенты, катализаторы и многие другие аспекты традиционных технологий пирометаллургического передела не ясны. Многочисленные археологические свидетельства плавки меди на поселениях бронзового века, включая остатки печей, шлаки, сплески, в основном, фиксируют фазу металлообработки (литье медных и бронзовых изделий). Неоднократные попытки воспроизвести в ходе археометаллургических экспериментов [Ровира, 2005; Русанов, Ермолаева, 2011] древнюю технологию получения меди из окисленных руд в печах разных типов закончились неудачей: незначительная часть металла (обычно менее 1 %) восстанавливалась в виде небольших корольков и стяжений внутри шлаковой массы. Основная же часть меди купритизировалась и не восстанавливалась, тогда как металлурги бронзового века Евразии получали медь в виде одного крупного слитка на дне плавильной печи под шлаковой массой. В шлаки выходило значительно менее 1 % меди.

Геосистема исторических медных рудников степного Приуралья, соответствующая Приуральскому (по Е.Н. Черных – Каргалинскому) древнему горно-металлургическому центру (ГМЦ), расположена в пределах Центрального Оренбуржья, юго-востока Башкирии и северо-запада Актюбинской области Республики Казахстан [Богданов, 2017]. В ходе масштабных экспедиционных исследований 2017 г. по проекту РФФИ «Разработка археологической карты исторических медных рудников степного Приуралья на основе изучения архитектоники наземного и подземного ландшафта с учетом геохимической специфики рудопроявлений» уточнены площадные параметры геосистемы исторических медных рудников степного Приуралья – более 6800 км<sup>2</sup> (общая протяженность Приуральского ГМЦ составляет 300 км, ширина – не менее 90 км). Ее образуют многочисленные наземные и подземные горные выработки, представленные карьерами, глубокими шурфами, штольня-

ми и шахтами. Все выработки сопровождаются отвалами, в том числе и рудными, имеются псевдокарстовые провалы над подземными выработками, осыпи и другие формы вторичного горнотехнического рельефа. На части наиболее ранних геoarхеологических объектов обнаружены специальные обогатительные площадки и ямы-печи по пиротехническому обогащению руд. На целом ряде рудников выявлено несколько стратиграфических горизонтов выработок различных периодов бронзового века.

Наиболее известной частью Приуральского ГМЦ является Каргалинское рудное поле (Каргалинский горно-металлургический район (ГМР)). Каргалинские рудники рассматриваются в трудах Н.П. Рычкова [1770], И.И. Лепехина [1772], Р.И. Мурчисона [1849], Б.К. Ферстера [1868], А.Н. Рябикина [1911], Д.Н. Соколова [1912], Н.Н. Тихоновича [1918], К.В. Полякова [1930], В.Л. Малютина [1948], Е.Н. Черных [2002, 2005, 2007], Е.Н. Черных, К. Дж Исто [2002], П.И. Рычкова [2012] и многих других авторов. К настоящему времени Каргалы рассматриваются большинством исследователей в качестве эталонного горно-металлургического комплекса геoarхеологии и археометаллургии не только России, но и Мира. Тем не менее, до наших исследований 2017 г. внешний контур (степная периферия) Каргалинских рудников был не изучен. Специально не исследовалась геохимия Каргалинского и др. горно-металлургических районов Приуралья. В новое и новейшее время геологов интересовало процентное соотношение меди в рудах, особенности минерализации, глубина залегания руд и т.п. Сведения о рудниках, расположенных за пределами Каргалинского рудного поля, лаконичны, крайне ограничены и безадресны [Богачев, 1889; Гусев и др., 1968].

Одной из основных задач исследовательского проекта являлось изучение геохимической специализации исторических медных рудников степного Приуралья двумя доступными методами (РФА и ICP-MS), проведение анализа сопутствующих археологических материалов; отбор эталонной коллекции артефактов и образцов, в том числе, для проведения в будущем экспериментальных металлургических плавков.

В 2016–2017 гг. в ходе поисковых работ, проводившихся авторами данной работы в рамках гранта РФФИ № 16-06-00323\_а в степном Приуралье в долинах и на водоразделах рек Урала и Сакмары, выявлено, обследовано, задокументировано и проанализировано 196 геoarхеологических меднорудных объектов (рис. 1), включая 76 медных рудников в Каргалинском (Сакмаро-Самарском) горно-металлургическом районе (рис. 2) за пределами 12 основных участков-катен Каргалов, описанных Е.Н. Черных; 47 рудников в Сакмаро-Юшатырском горно-металлургическом районе (рис. 3); 44 рудника в Сакмарско-Уральском горно-металлургическом районе (рис. 4); 22 рудника в Уральском левобережном горно-металлургическом районе (рис. 5), а также материалы 3 металлургических заводов Нового времени (Марганский завод братьев Эмерик конца XIX в. в окрестностях пос. Красноуральск на востоке Беляевского района Оренбургской области, Воскресенский и Верхоторский заводы XVIII–XIX вв. на юге Башкирии); рудные материалы захоронений древнеямной культуры в долине Илека (Илекский и I Изобильненский курганные могильники); рудные материалы и металл поселений бронзового века (Турганикская, Ивановская и др. стоянки в Оренбургской области). При этом большая часть геoarхеологических меднорудных объектов (189 шт.) выявлена на основе дешифрирования космоснимков в 2016–2017 гг., затем подтверждена в ходе экспедиций и полевых исследований. Всего установлен химический состав свыше 700 образцов руд и продуктов пирометаллургического передела (обогащенные рудные концентраты, медные штейны, шламы, шлаки, слитки, орудия).

Все рудные объекты Приуральского (по Е.Н. Черных, Каргалинского) древнего ГМЦ имеют близкое геологическое строение и связаны с верхнепермскими отложениями, преимущественно, татарского яруса. На северо-западном фланге ГМЦ горнорудные объекты

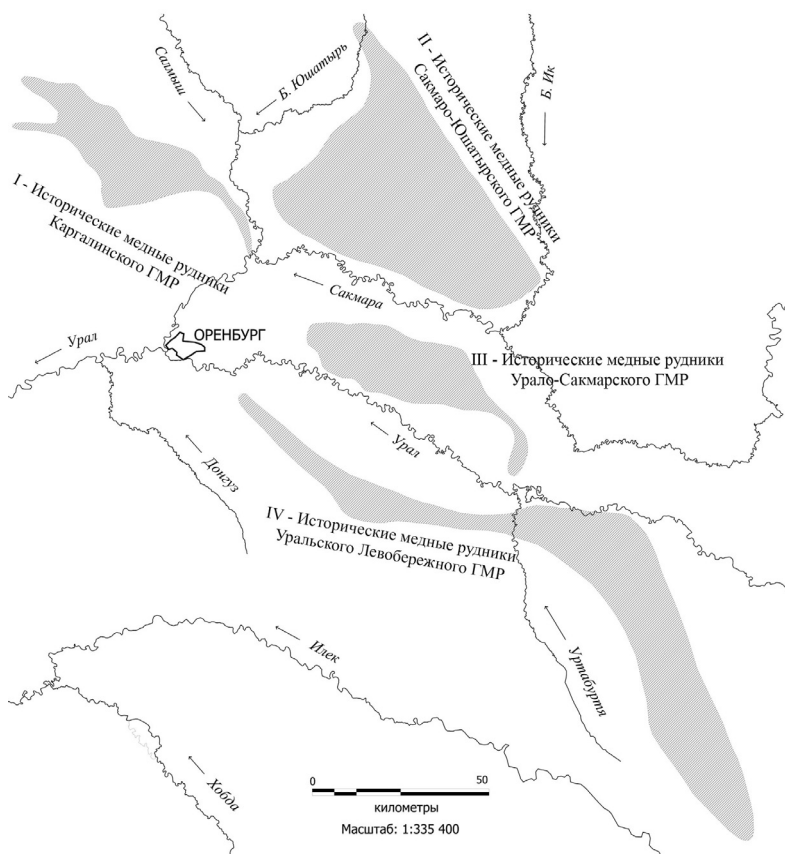


Рис. 1. Ареал исторических медных рудников степного Приуралья (Приуральского ГМЦ), выявленных и обследованных в 2016–2017 гг. Ведущие горно-металлургические районы (ГМР).

Каргалинских рудников (ГМР I), связаны с одной крупной широкой и пологой мульдой, простирающейся с северо-запада на юго-восток на 50–60 км (ширина 10–12 км). Территории покрыты сотнями тысяч рудных разработок разных типов эпохи бронзы и Нового времени. На периферии и за пределами мульды выявлено 73 обособленных горнорудных объекта, разрабатывавшихся в древности и Новое время. На западе Сакмарско-Уральского ГМР (III), по-видимому, сохранился фрагмент этой мульды, отделенной от основного массива юрской депрессией и долиной р. Сакмары. Здесь сосредоточен крупный массив разновременных рудников, сопоставимый по масштабам разработок с участками Каргалов.

В эпоху бронзы разрабатывался верхний ярус пермских песчаников на глубинах от 1.5 до 9 м карьерным и подземным способами. Достоверно установленных разработок нижнего яруса не выявлено. Основным минеральным сырьем (свыше 90 %), использовавшимся с начала бронзового века являлись карбонатные минералы меди: малахит ( $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$ ) и азурит ( $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$ ), в меньшей степени (5–10 %) силикатные, представленные, преимущественно, хризоколлой ( $(\text{Cu}, \text{Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) из кор окаменевших стволов деревьев пермского периода, активно использовавшихся в бронзовом веке. В Новое время эти стволы не рассматривались в качестве металлургического сырья и штабелировались в отвалах.

Несмотря на широкую территориальную разобщенность рудопроявлений в пределах 4 горнорудных районов Приуральского ГМЦ, минералогический состав медных руд не ис-

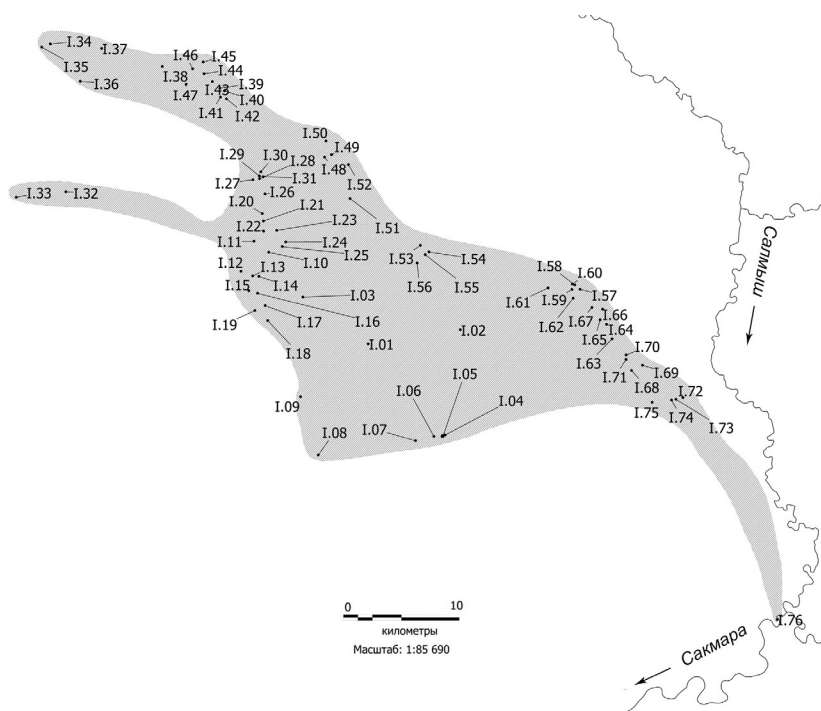


Рис. 2. Ареал Каргалинского (Сакмаро-Самарского) горно-металлургического района.

Рудники Ордынского оврага: I.2 – Воскресенско-Ершовский; I.3 – площадка поселения Горного; I.4 – Михайловский; I.5 – медеплавильные мастерские Михайловского рудника; I.6 – Поповский; I.7 – Привольный; I.8 – Пятисотенный; I.9 – Суходольный; I.10 – Колганский; I.11 – Колганский 2; I.12 – Колганский 3; I.13 – Колганский 4; I.14 – Колганский 5; I.15 – Колганский 6; I.16 – Колганский 7; I.17 – Колганский 8; I.18 – Колганский 9; I.19 – Колганский 10; I.20 – Мясниковский 1; I.21 – Мясниковский 2; I.22 – Мясниковский 3; I.23 – Мясниковский 4; I.24 – Мясниковский 5; I.25 – Мясниковский 6; I.26 – Паниковский 1; I.27 – Андреевский 1; I.28 – Андреевский 2; I.29 – Андреевский 3; I.30 – Андреевский 4; I.31 – Андреевский 5; I.32 – Долиновский; I.33 – Кичкасский; I.34 – Малый Уран 1; I.35 – Малый Уран 2; I.36 – Белый дол; I.37 – Отнырок; I.38 – Сухой Уран; I.39 – Милованский 1; I.40 – Милованский 2; I.41 – Милованский 3; I.42 – Милованский 4; I.43 – Милованский 5; I.44 – Милованский 6; I.45 – Милованский 7; I.46 – Милованский 8; I.47 – Милованский 9; I.48 – Дикаревский 1; I.49 – Дикаревский 2; I.50 – Дикаревский 3; I.51 – Гулявский 1; I.52 – Гулявский 2; I.53 – Могильный 1; I.54 – Могильный 2; I.55 – Могильный 3; I.56 – Могильный 4; I.57 – Татьяна 1; I.58 – Татьяна 2 («Каменный овраг»); I.59 – Татьяна 3; I.60 – Татьяна 4; I.61 – Татьяна 5; I.62 – Татьяна 6; I.63 – Лосков 1 («Проскурин»); I.64 – Лосков 2; I.65 – Лосков 3 («Пальчиков»); I.66 – Лосков 4; I.67 – Лосков 5 («Каменный»); I.68 – Косматая Шишка 1 («Рыбин»); I.69 – Косматая Шишка 2 («Левинский»); I.70 – Косматая Шишка 3; I.71 – Косматая Шишка 4; I.72 – Осинки 1; I.73 – Осинки 2; I.74 – Осинки 3; I.75 – Осинки 4; I.76 – Виселичный (Кириловский).

пытывает больших колебаний. На основании РФА и ICP-MS анализов удалось выделить четыре геохимических группы руд медистых песчаников (МП) Приуралья, использовавшихся в древности [Юминов и др., 2017]: 1) «чистой меди»; 2) серебряной специализации; 3) свинцовой специализации; 4) цинково-никелевой и хром-никелевой специализации. Ни одна из групп не преобладает абсолютно, хотя группа рудников серебряной специализации относительно немногочисленна.

Медистые песчаники Приуралья действительно отчетливо дифференцируются по наличию Pb, Ag, Cr и Zn в сочетании с Ni, а индивидуальная комбинация этих минералов в

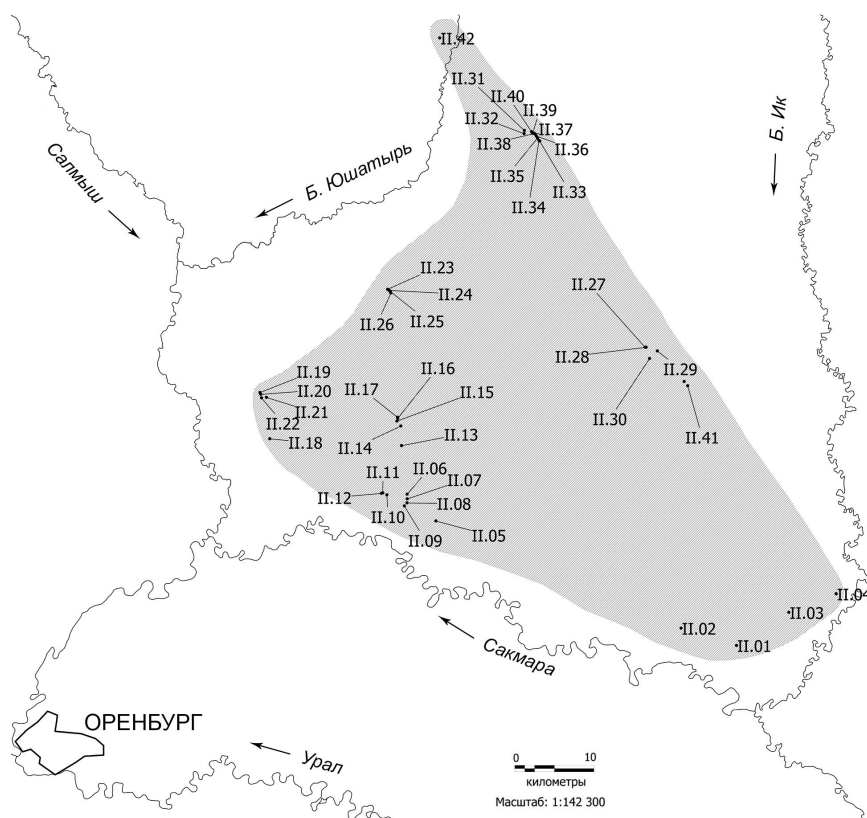


Рис. 3. Ареал Сакмаро-Юшатырского горно-металлургического района.

Медные рудники: П.1 – Туембетка; П.2 – Кульчумовский; П.3 – Татарка; П.4 – Поляковка; П.5 – Симоновский; П.6 – Колдаев 1; П.7 – Колдаев 2; П.8 – Колдаев 3; П.9 – Колдаев 4; П.10 – Никольский 1; П.11 – Никольский 2; П.12 – Никольский 3; П.13 – Желтый ключ; П.14 – Астрахановский 1; П.15 – Астрахановский 2; П.16 – Астрахановский 3; П.17 – Астрахановский 4; П.18 – Васильевский; П.19 – Саргульский 1; П.20 – Саргульский 2; П.21 – Саргульский 3; П.22 – Саргульский 4; П.23 – Четвертовский 1; П.24 – Четвертовский 2; П.25 – Четвертовский 3; П.26 – Четвертовский 4; П.27 – Ольгинский 1; П.28 – Ольгинский 2; П.29 – Бельский 1; П.30 – Рудник Бельский 2; П.31 – Разномойский 1; П.32 – Разномойский 2; П.33 – Славянский 1; П.34 – Славянский 2; П.35 – Славянский 3; П.36 – Славянский 4; П.37 – Славянский 5; П.38 – Славянский 6; П.39 – Славянский 7; П.40 – Славянский 8; П.41 – Кызылташ; П.42 – Отрядный.

древнем металле является отчетливым признаком принадлежности к Приуральской группе [Черных, 1966; 1970; Дегтярева, 2010]. Медь в необогащенных окисленных карбонатных рудах обычно составляет от 1.5 до 6 %. В рудах содержатся существенные примеси Fe, Mn, Ti и Ba (до десятков тысяч г/т). Маркерами принадлежности древнего металла к Приуральским медистым песчаникам выступают еще порядка 30 элементов, слабо фиксируемых РФА, но прослеживаемых по ICP-MS анализам: в нескольких сотнях г/т представлены Cr, Zn, Pb, As, Ni, Ag, Sr и V; в десятках г/т содержатся Sn, Sb, Cd, Co, Bi, U и др. В группе «чистой меди» присутствуют все основные элементы (Ag, Pb, Cr, Zn и др.) в количестве менее 100 г/т. Долгое время при изучении металла из древнеямных захоронений Раннего Бронзового Века (РБВ) было непонятно присутствие соединений мышьяка. Предполагалось, что этот элемент попадал в металл из скрапов. Наши исследования показывают, что мышьяк в заметных количествах присутствует во всех рудах Приуральского ГМЦ в соединениях с Ag, Pb и S.

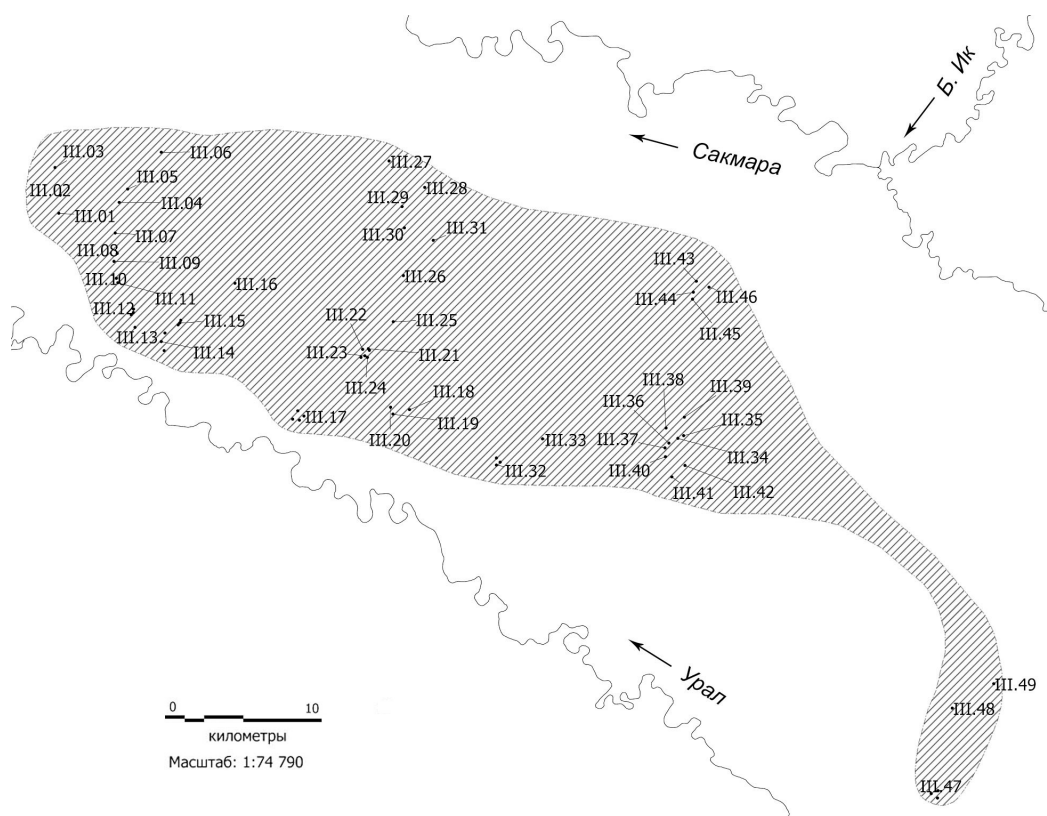


Рис. 4. Ареал Урало-Сакмарского горно-металлургического района.

Медные рудники: Ш.1 – Ветлянский 1; Ш.2 – Ветлянский 2; Ш.3 – Ветлянский 3; Ш.4 – Горюн 1; Ш.5 – Горюн 2; Ш.6 – Горюн 3; Ш.7 – Останий; Ш.8 – Холодный; Ш.9 – Николин Ключ; Ш.10 – Крутой; Ш.11 – Приуральный; Ш.12 – Казачья Ростость в урочище «Рудницкое»; Ш.13 – Яровой; Ш.14 – Шубинский; Ш.15 – Куниточка; Ш.16 – Степановская Лощина; Ш.17 – Островной; Ш.18 – Березовский 1 (северный); Ш.19 – Березовский 2 (южный); Ш.20 – Коровин; Ш.21 – Дуплячка 1; Ш.22 – Дуплячка 2; Ш.23 – Дуплячка 3; Ш.24 – Дуплячка 4; Ш.25 – Синегорский; Ш.26 – Мирный; Ш.27 – Хохлацкая Шишка; Ш.28 – Студенецкий 1; Ш.29 – Студенецкий 2; Ш.30 – Студенецкий 3; Ш.31 – Студенецкий 4; Ш.32 – Гниловской; Ш.33 – Вдовий; Ш.34 – Агеевский 1; Ш.35 – Агеевский 2; Ш.36 – Агеевский 3; Ш.37 – Агеевский 4; Ш.38 – Агеевский 5; Ш.39 – Агеевский 6; Ш.40 – Агеевский 7; Ш.41 – Агеевский 8; Ш.42 – Агеевский 9; Ш.43 – Сияльтугай 1; Ш.44 – Сияльтугай 2; Ш.45 – Сияльтугай 3; Ш.46 – Сияльтугай 4; Ш.47 – Гирьял; Ш.48 – Ольховский; Ш.49 – Кызладр.

Горняки-металлурги древности использовали все виды геохимически неоднородного сырья, что свидетельствует о довольно высоком уровне технологий. Целый ряд проблем при плавке создавало исключительно высокое (до десятков тысяч г/т) содержание Fe, Mn, Ti в рудах всех геохимических групп МП Приуралья. Соединения Mn в комбинации с Fe, Cr, Ni препятствовали восстановлению меди из рудных материалов. Избыточное количество Ti могло увеличить вязкость расплава настолько, что он утрачивал текучесть и не мог разливаться по формам, металл переставал быть ковким. Особенно значительные сложности представлял собой передел руд свинцовой геохимической специализации, поскольку металл, выплавленный из этой руды, обладал тенденцией к хрупкости. Тем не менее, орудия раннего бронзового века, включая наиболее металлоемкие, не страдали дефектностью. Литейный брак возникал, как правило, в случаях недостаточно равномерного прогрева литейных форм, а не по причинам наличия значительного количества свинца.

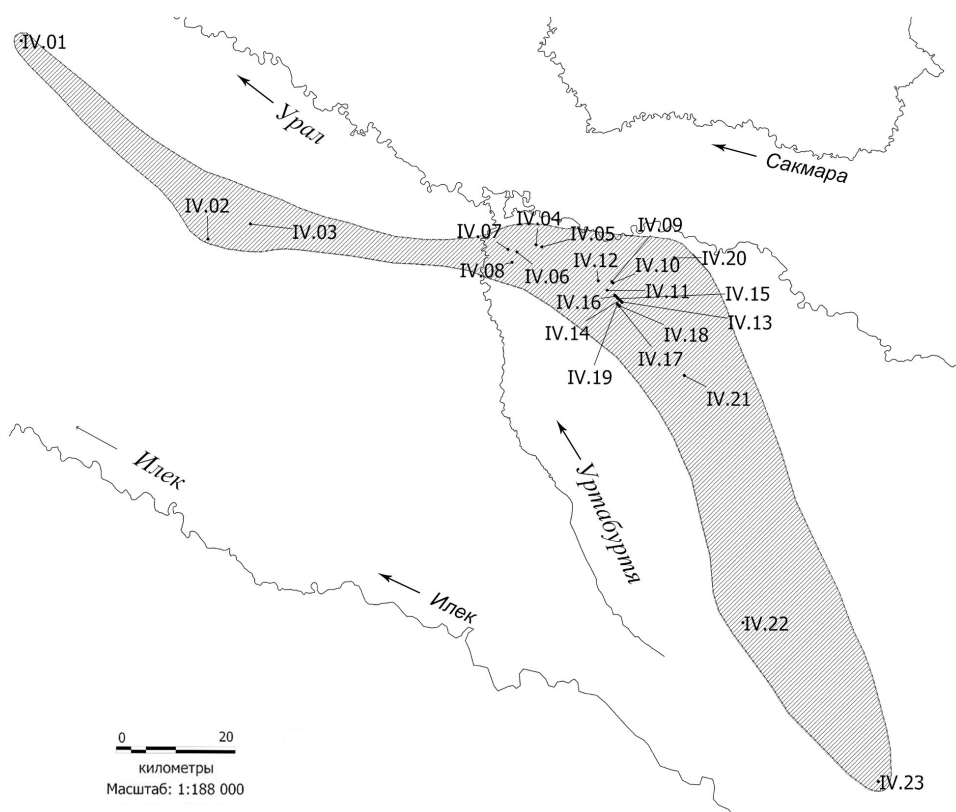


Рис. 5. Ареал Уральского Левобережного горно-металлургического района.

Медные рудники: IV.1 – Сайгачий; IV.2 – Кызылоба; IV.3 – Блюменталь; IV.4 – Шлиттера 1 (западный); IV.5 – Шлиттера 2 (восточный); IV.6 – Сорколь 1; IV.7 – Сорколь 2; IV.8 – Сорколь 3; IV.9 – Большой Кармел 1; IV.10 – Большой Кармел 2; IV.11 – Большой Кармел 3; IV.12 – Большой Кармел 4; IV.13 – Малый Кармел 1; IV.14 – Малый Кармел 2; IV.15 – Малый Кармел 3; IV.16 – Малый Кармел 4; IV.17 – Карагачка 1; IV.18 – Карагачка 2; IV.19 – Карагачка 3; IV.20 – Красноуральский (Марганский) медеплавильный завод; IV.21 – Марганский (Кызыладырский); IV.22 – Унгир; IV.23 – Кундуздь.

Уже в работе 1966 г. Е.Н. Черных определил, что металл из древнеямных погребальных памятников РБВ Приуралья, связан с местными рудами медистых песчаников, но сами традиции носят выраженный «кавказский облик» [Черных, 1966]. Наши исследования впервые на массовом аналитическом материале документально подтвердили принадлежность основной части металла из ямных погребений региона группе МП Приуралья, образцы песчаниковых руд из I Изобильненского и Илекского могильников по микропримесям соответствуют геохимическим группам «чистой меди» и свинцовой специализации.

Долгие годы проблема истоков горно-металлургических традиций носителей культуры древнеямных памятников степного Приуралья оставалась открытой. Одним из вероятных источников трансферта традиций и технологий многим представлялся металлокомплекс майкопско-новосвободненской культуры Северо-Западного Предкавказья. В частности, С.Н. Корневский считал, что топоры «колтубанского» типа («утевского» типа по С.Н. Корневскому) степного Приуралья представляют собой «подражания» майкопско-новосвободненским формам. Е.Н. Черных выражал обоснованные сомнения в возможности экспорта каких-либо майкопско-новосвободненских традиций в среду носителей ямной культуры

Приуралья в связи с относительной замкнутостью первых [Черных, 2007]. Металлографические исследования Н.В. Рындиной майкопских мышьяковых бронз [Рындина и др., 2008; Рындина, Равич, 2013; Рындина, 2017], А.Д. Дегтяревой медных орудий Приуралья [Дегтярева, 2010] со всей очевидностью показывают невозможность такого рода заимствований.

Нами был проанализирован химизм образцов песчанниковых руд и краевого обрубка (30 г) крупного медного слитка из подъемных материалов с площадки Турганинской стоянки – древнейших артефактов местного горно-металлургического производства, связанных с древнеямыми материалами константиновского типа начала РБВ – первая половина IV тыс. до н.э. [Богданов, 2017]. Судя по высокому содержанию железа (3.44 %), характерному для первичных слитков черновой меди, повторяющих дно плавильной печи, а также повышенному содержанию свинца в комбинации с серебром, можно констатировать, что рудным источником этого металла, безусловно, являлась одна из четырех геохимических групп Приуралья. В данном случае есть уникальная возможность соотнести металл слитка с конкретным рудником, расположенным в центре Каргалинского рудного поля на правом берегу р. Верхняя Кагалка недалеко от Уранбаша: на поселении срубной культуры позднего бронзового века, перекрывшем карьер и отвал рудника Воскресенско-Ершовский более раннего периода бронзового века, в 2016 г. были отобраны образцы руд точно такого же очень редкого для Приуралья химического состава (свинцовой специализации, но с повышенным содержанием Ag, Sn и еще двух десятков микроэлементов). Образцы руд с Турганинской стоянки относятся к геохимической группе свинцовой специализации МП Приуралья и могут также происходить с Каргалов. С металлопроизводством на Турганинской стоянке связаны и другие изделия – фрагменты глиняной обмазки горнов, ошлакованных тиглей, обломки литейных форм [Богданов, 2004], кузнечные молоты и наковальни, скрапы и металлические изделия [Дегтярева, 2017; Моргунова, Васильева, 2017], среди керамики, не выходящей за пределы стереотипных форм константиновского облика, имеются сосуды с примесью медной руды и шлаков.

Памятники константиновского типа в степях Восточной Европы сформировались в конце V – начале IV тыс. до н.э. на основе синтеза протоямных (постстоговских) и протокуроаракских традиций, генетически связанных с Закавказьем и Восточной Анатolieй [Богданов, 2017]. В меньшей степени, по сравнению с майкопско-новосвободненской культурой, на формирование культурного комплекса константиновских памятников оказала влияние лейлатепинская традиция. Но и она отчетливо проявилась в стилистике крупных глиняных «мясных котлов» с массивным ободковым венчиком и реповидным или шаровидным туловом [Кузнецов, Мочалов, 2001; Салугина и др., 2016], распространенных на широкой территории Понто-Каспийских степей от Поднепровья на западе до Приуралья – на востоке. В закрытых константиновских комплексах первой половины – третьей четверти IV тыс. до н.э. эти сосуды обнаружены в п. 4 к. 22 могильника у хутора Веселая роща в Ставропольском крае и п. 5 к. 1 Новофилипповского могильника в Приазовье [Державин, 1989; Михайлов, 1976]. Основная часть константиновских памятников предшествует репинским, поздняя – сосуществует с ними. Горняки-металлурги – носители константиновского культурного типа работали с «чистой медью» и мышьяковыми сплавами.

Именно с древнеямыми памятниками константиновского типа связано распространение традиций ранней фазы Циркумпонтийской металлургической провинции в степях Северной Евразии и сопредельных регионах. Носители константиновской культурной традиции первыми освоили месторождения окисленных, блеклых, полиметаллических руд Бахмутской котловины Донецкого ГМЦ, медистые песчаники степного Приуралья и низовьев р. Камы, окисленные шляпы офиолитовых рудопоявлений южного Зауралья. Своеобразие металла Приуральского ямного очага [Черных и др., 2002; Богданов, 2004] в рамках ЦМП



обусловлено связью исходного константиновского металлокомплекса с очень ранними протокуроараксинскими горно-металлургическими традициями второй половины V – начале IV тыс. до н.э. (Прото-ЦМП Передней Азии).

Литье с «брюшка» проушных топоров в разъемных двустворчатых (глиняных и каменных) литейных формах стало технологической вершиной ранней фазы ЦМП. Авторам удалось впервые проанализировать химизм двух металлических топоров из случайных находок с территории Приуралья, связанных с традициями ЦМП. Один из топоров хорошо известен специалистам, он хранится в Бузулукском историко-краеведческом музее и происходит из разрушенного погребального комплекса у с. Колтубанка [Богданов, 2004]. Второй топор – случайная находка конца 70-х гг. XX в. на севере Каргалинского рудного поля в верховьях р. Ток. Оба топора изготовлены из «чистой меди», отлиты со стороны «брюшка» в открытую разъемную форму. Первый топор стереотипен для Приуральской ямной группы, хотя и является одним из наиболее крупных орудий этого типа. Второй топор с севера Каргалов – оригинален, он представляет собой литейный брак: при заливке металла в форму, створки слегка сдвинулись, сердечник формы приподнялся вверх, и металл затек под сердечник. На боковине топора образовалась глубокая щелевидная трещина с ошлакованными краями. Топор небольшой (10.5 × 5.8 см), но очень массивный (773.7 г), напоминает экземпляр из станицы Нижнекурмайской на Нижней Волге [Шилов, 1975]. В ходе исследований по гранту удалось проанализировать металл двух массивных лепешкообразных слитков с территории Каргалинских рудников. Один из них найден в 2016 г. на восточной периферии поселения горняков-металлургов позднего бронзового века Ордынский овраг (19 × 16 × 1.8 см; 1863.4 г), второй обнаружен в 2017 г. на тальвеге Мясниковского оврага (9 × 2.3 см; 376.6 г). На поверхности слитков сохранились фрагменты кальцинированных костей из шихты, на верхних плоских поверхностях заметны следы контакта со шлаковой массой. Оба слитка изготовлены из чистой меди, судя по наличию значительного количества соединений железа (слиток Ордынского оврага – 3.26 %, слиток Мясниковского оврага – 6.65 %), они представляют собой черновые отливки меди финального пирометаллургического передела. С западной периферии Каргалов происходит еще несколько находок медных слитков, напоминающих экземпляр из Ордынского оврага, хранящихся в Оренбургском областном историко-краеведческом музее [Пазухин, 1969]. Морфологические характеристики Ордынского слитка позволяют уверенно датировать предмет поздним бронзовым веком. Слиток из Мясниковского оврага может быть связан с ранним бронзовым веком. Он отливался в горне с очень узкой сфероконической полостью, тогда как слитки позднего бронзового века стандартизованы, весят около 2 или 3 кг, отливались в печах со сферическими полостями.

Получение крупных лепешкообразных слитков являлось целью основного пирометаллургического передела рудных материалов в черновую медь в очагах ЕАМП, унаследовавших эту традицию от ЦМП. Получение черновой меди одним крупным слитком на дне плавильной печи с массовым выделением шлаков освоено древними горняками-металлургами Прото-ЦМП на Ближнем Востоке [Авилова, 2010; 2017] не позднее середины V тыс. до н.э. В то же время, горняки-металлурги Балкан до конца энеолита – финала БКМП, судя покладам культуры Винча и др., получали металл при горновой плавке очень архаичным «неолитическим» способом – с восстановлением меди в виде небольших слитков, корольков, зерен внутри шлаковой массы. Представляется, что технологические преимущества Прото-ЦМП по отношению к БКМП заключались в нескольких новациях (новые способы передела рудных материалов в черновую медь одним крупным слитком и литье металлоемких орудий в двустворчатых разъемных формах), обеспечивших, наряду с более высокой транспарентностью горно-металлургических знаний и традиций, «историческую победу» ЦМП в рамках IV–III тыс. до н.э. в Евразии.

Попытки реконструировать технологии выплавки меди в эпоху поздней бронзы, осуществленные С. Ровира на Каргалах, И.А. Русановым и другими исследователями в Зауралье и Казахстане [Ровира, 2005; Русанов, Ермолаева, 2011], в целом, закончились неудачей: восстановления меди одним крупным слитком на дне горна, вне зависимости от конструкции плавильной печи, получить не удалось. На наш взгляд, С. Ровира и И.А. Русанов, не ведая того, реконструировали очень архаичную технологию восстановления меди в шлаковой массе, распространившуюся в различных культурных центрах Дунайско-Древневосточного очага протоцивилизации до экологической катастрофы середины VI тыс. до н.э.

Осенью 2017 г. на южной окраине Каргалинских рудников за пределами 12 основных катен, выделенных Е.Н. Черных, нами был обнаружен уникальный горно-металлургический комплекс Михайловского рудника и мастерских по пирометаллургическому переделу обогащенного рудного концентрата в 110 м юго-западнее рудника. По косвенным данным оба объекта относятся к позднему бронзовому веку (радиоуглеродное датирование пока не проводилось), они расположены на водоразделе рек Верхняя и Средняя Каргалка западнее с. Белоусовка на нераспаханном клине шириной 120 м, длиной 400 м. В округе имеется еще несколько рудников: Поповский – Новое время, Привольный и Пятисотенный – бронзовый век и Новое время. Самый крупный массив к северу от Михайловского рудника – группа Карповских рудников, исследованных в 90-е гг. XX в. Е.Н. Черных.

Площадь Михайловского рудника 12348 м<sup>2</sup>, он состоит из одного неровного карьера – «разноса» в центре и прибортовых рудных отвалов. По основным морфологическим признакам этот объект напоминает «большие разносы» позднего бронзового века Ордынского оврага и Усолки левобережной на Каргалах. Между отвалами и за ними расположено не менее четырех обогатительно-шламовых площадок поперечником 10–12 м, высотой до 0.5 м, окруженных 23 ямами по пожогу руды (глубина – от 1 до 2 м, диаметр – от 1.7 м до 2.5 м). Вероятно, на обогатительных площадках дробилась и сортировалась руда, затем она загружалась в ямы и обжигалась, снова принималась на те же площадки и сортировалась. Судя по размещению большого количества обжиговых ям в микроландшафте рудника, можно предполагать, что обжиг руд продолжался и после того, как рудное тело было полностью выработано. Не исключено, что руда свозилась с Карповских, Привольного и др. рудников. В 50 м юго-западнее площадки рудника в один ряд сооружено еще 5 пожеговых ям с кусочками руды возле них. Руда обжигалась сразу в нескольких ямах параллельно. В 110 м юго-западнее Михайловского рудника расположены «мастерские» по пирометаллургическому переделу обогащенных пожегом рудных концентратов в медные штейны. Пирометаллургический комплекс «мастерских» составляет 12981 м<sup>2</sup> и является ассоциацией 10 оплывших шламовых куч диаметром до 20 м и не менее 8 крупных теплотехнических сооружений в виде ям-печей диаметром до 3 м и глубиной свыше 2.5 м с сильно прокаленными стенками. Часть ям завалена шламовыми отвалами. Обогащенная пожегом руда переносилась с Михайловского рудника и загружалась в теплотехнические сооружения, затем отжигалась длительное время до состояния медных штейнов.

Анализ материалов, полученных осенью 2017 г., показывает, что в штейнах содержится, в среднем, около 60 % Cu и от 3 до 20 % Fe. На поверхности шламовых площадок собрано свыше 5 кг медных штейнов, самые крупные куски (от 40 до 270 г) найдены на двух северных распаханых площадках. Большая часть кусков штейнов весит от 2–3 до 5–10 г. Снаружи они покрыты гроздевидными наплывами или пленками азурита и окислами железа, сформировавшимися в процессе археологизации; форма разнообразна, имеет вид слитков, гроздей, пластин, веток, капель и т.п. Материал штейнов очень плотный, излом темно-красного цвета, сердцевина – темно-коричневая, темно-сиреневая или почти черная; напоминает куприт, но несколько плотнее; примерно в 3–4 раза тяжелее сопо-

ставимых по объему азур-малахитовых руд и, примерно, на треть легче меди. В штейнах соединения меди представлены преимущественно теноритом ( $\text{CuO}$ ). Рудные концентраты переделывались в штейны значительно ниже восстановительных температур, чтобы предотвратить переход титана в гексагональную форму (менее  $900^\circ\text{C}$ ), без кислородного обогащения, древесный уголь не использовался, металлургический передел осуществлялся на валежнике. Основное содержимое шламовых куч – пластины тяжелых каолинистых глин и зольные материалы, среди них и встречаются куски штейна. В древности высота шламовых куч, вероятно, достигала 3–4 м, но со временем они оплыли и, содержащиеся в них куски штейнов, не замеченные металлургами, спроецировались на современную дневную поверхность. По-видимому, штейновый передел осуществлялся довольно долго и в шламы из рудных концентратов, помимо карбонатов и силикатов, выделялась большая часть  $\text{Ti}$  и  $\text{Mn}$  а также соединения  $\text{Al}$ ,  $\text{P}$  и др. Единично на шламовых кучах встречаются мелкие (до 1.5–2 см) тонкие, пережженные до халцедона, пластинки окаменевшей древесины и мелкие гальки, попадавшие в передел с рудными концентратами.

Можно предположить, что в дальнейшем медные штейны подвергались второму пирометаллургическому переделу («конвертированию» при кислородном обогащении с флюсами в виде кварцевого песка, мела и др.) в ходе горновой плавки, и именно тогда древние горняки-металлурги получали крупные лепешкообразные слитки черновой рафинированной меди (93–97 %  $\text{Cu}$ , не более 3–7 %  $\text{Fe}$ ) на дне печей с массовым выделением шлаков над медным слитком. Получить восстановленную медь одним крупным слитком на дне печи, вероятно, было возможно лишь на основе медных штейнов. Горновой передел («конвертирующая» плавка) медных штейнов в лепешкообразные слитки осуществлялся не на рудниках, а на площадках поселений срубной и алакульской культур позднего бронзового века на территории Каргалов (Горный, Мясниковский, Ордынский овраг, Воскресенско-Ершовское и др.) и в их степной периферии (Родниковка, Покровка, Кузьминки 2, Ивановка, Токское селище и мн. др.). Поэтому на поселениях срубной культуры мы всегда находим много металлургических шлаков, литейные формы, тигли, корольки меди, сплески и т.п., но на них отсутствует руда. Несколько кусков руды найдено лишь на Ивановской стоянке и Родниковке, где они связаны, по всей видимости, не со срубными материалами, а с комплексами уральской абашевской культуры среднего бронзового века.

В ходе анализа образцов рудных материалов с памятников из различных районов Приуралья, обследованных в 2017 г., среди азур-малахитов удалось выделить медные штейны еще с 16 рудников (Татарка, Поляковка, Кызылоба, Привольный и др.). Установлено 2 типа штейнов: 1 – содержащие куски руд, обогащенных пожегом (от 20 до 35 %  $\text{Cu}$ ) и 2 – медные штейны (от 36 до 76 %  $\text{Cu}$ ). Вероятно, штейновый передел рудного концентрата для последующей горновой металлургической плавки представлял собой универсальную технологию переработки неоднородных по химизму руд разных типов, включая окисленные и сульфидные (халькопирит, халькозин, борнит, энаргит и др.) в разных смесях в очагах ЕАМП, наследующих горно-металлургические традиции ЦМП. Похоже, штейновый передел представляет собой «missing link» – недостающее звено в горно-металлургическом производстве бронзового века Евразии. Судя по множеству обжиговых ям на рудниках Тимны в Вади эль Араба и необычайно богатых медью (58 %) «малахитов» с рудников и поселений района Фейнан [Авилова, 2001], представлявших собой археологизированные медные штейны, покрытые окисловыми корами, а не малахиты, универсальный метод двойного передела обогащенных рудных концентратов в штейны, а затем «конвертирование» в медные слитки, был открыт на Ближнем Востоке еще в Прото-ЦМП не позднее середины V тыс. до н.э. Это достижение, в сочетании с совершенной конструкцией разъемных литейных форм, отсутствием клановых ограничений, доступностью горно-металлургических знаний

и навыков широким социальным группам подвижных скотоводов, их транспарентностью, значительной экологической пластичностью технологий (металлургический передел осуществлялся на древесине кустарников аридных экосистем), обеспечили культурно-исторический приоритет традиций ЦМП, а не БКМП в Северной Евразии в IV–III тыс. до н.э. [Черных и др., 2002; Черных, 2005].

В Новое время (середина XVIII – конец XIX вв.) в Приуралье штейновый передел обогащенных рудных концентратов не применялся, руды переплавлялись в печах-вагранках сначала в очень вязкий и хрупкий металл – «чугунковатую медь» (40–50 % Cu, 50–60 % Fe, остальное – Cr и Mn) при восстановительных температурах, а затем при повторной плавке в сложной комбинации с флюсами, черновая медь восстанавливалась из «чугунковатой меди».

## Литература

- Авилова Л.И.* Древние бронзы Леванта // РА, 2001. № 1. С. 15–26.
- Авилова Л.И.* Обмен металлом на Ближнем Востоке в раннем и среднем бронзовом веке // РА. 2010. № 1. С. 5–14.
- Авилова Л.И.* О циркуляции металла в эпоху энеолита – бронзы (слитки, заготовки и весовые системы Ближнего Востока) // Stratum plus. Вып. 2. Archaeology and Cultural Anthropology. Saint-Petersburg – Kishinev – Odessa – Bucharest, 2017. С. 75–100.
- Богачев В.Ф.* Краткий очерк месторождений медных руд, бурого угля, селенита и др., в Тургайской области // Горный журнал. 1889. Вып. 3. С. 453–458.
- Богданов С.В.* Эпоха меди степного Приуралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 287 с.
- Богданов С.В.* Систематика комплексов древнейшей культуры востока Понто-Каспийских степей в контексте проблемы трансферта горно-металлургических традиций в Северную Евразию // Stratum plus. Вып. 2. Archaeology and Cultural Anthropology. Saint-Petersburg – Kishinev – Odessa – Bucharest, 2017. С. 133–157.
- Гусев А.К., Богатырев В.В., Игонин В.М., Солодуха М.Г.* Стратиграфия верхнепермских отложений Актюбинского Приуралья. Казань: Изд.-во Казанского университета, 1968. 218 с.
- Десярева А.Д.* История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск: Наука, 2010. 162 с.
- Десярева А.Д.* Результаты металлографического анализа изделий Турганикского поселения // Турганикское поселение в Оренбургской области / Н.Л. Моргунова, И.Н. Васильева и др. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2017. С. 281–284.
- Державин В.Л.* Погребения эпохи бронзы из курганов у хут. Веселая Роща (по материалам Ставропольской экспедиции 1980 г.) // Древности Ставрополя. 1989. С. 125–194.
- Кузнецов П.Ф., Мочалов О.Д.* Особый тип керамики как отражение миграций в среднем бронзовом веке // XV Уральское археологическое совещание. Оренбург, 2001. С. 85–87.
- Лепехин И.И.* Дневные записки путешествия доктора и Академии Наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1770 году. СПб.: Тип. Императорской АН, 1772. 359 с.
- Малютин В.Л.* Полезные ископаемые Чкаловской области. Чкалов: Чкаловское изд.-во, 1948. 213 с.
- Михайлов Б.Д.* Ямное погребение с полисуаром на Мелитопольщине // СА. 1976. № 1. С. 255–257.
- Моргунова Н.Л., Васильева И.Н.* Турганикское поселение в Оренбургской области. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2017. 300 с.
- Мурчисон Р.И., Вернейль Э., Кейзерлинг А.* Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. Ч. I и II. 1849.
- Пазухин В.А.* Медные слитки из Оренбургского музея // СА. 1969. № 4. С. 239–245.
- Поляков К.В.* Горная промышленность Оренбургского округа // Средневожжский край. Самара: Гос. изд.-во, 1930. С. 335–348.
- Ровира С.* Технология выплавки меди в эпоху поздней бронзы на Каргалах // РА. 2005. № 4. С. 79–83.

Русанов И.А., Ермолаева А.С. Технология производства меди на поселении металлургов Талдысай // Археология Казахстана в эпоху независимости: итоги, перспективы. Т. 1. Алматы, 2011. С. 321–329.

Рындина Н.В. О технологии производства металлических сосудов майкопской культуры Северного Кавказа // Stratum plus. Вып. 2. Archaeology and Cultural Anthropology. Saint-Petersburg – Kishinev – Odessa – Bucharest, 2017. С. 101–118.

Рындина Н.В., Равич И.Г., Быстров С.В. О происхождении и свойствах мышьяково-никелевых бронз майкопской культуры Северного Кавказа (ранний бронзовый век) // Археология Кавказа и Ближнего Востока. М.: Таус, 2008. С. 196–221.

Рындина Н.В., Равич И.Г. Металл майкопской культуры Северного Кавказа в свете аналитических исследований // Аналитические исследования Лаборатории естественнонаучных методов. Вып. 3. М.: Таус, 2013. С. 89–110.

Рычков Н.П. Журнал или Дневные записки путешествия капитана Рычкова по разным провинциям Российского государства в 1769 и 1770 году. Спб.: Тип. Императорской АН, 1770. 220 с.

Рычков П.И. Топография Оренбургская, то есть обстоятельное описание Оренбургской губернии, сочиненное коллежским советником и Императорской академии наук корреспондентом Петром Рычковым / Научно-популярное издание под ред. Богданова С.В. Серия «Труды П.И. Рычкова». Оренбург: Печатный дом «Димур», 2012. 432 с.

Рябинин А.Н. Об остатках стегоцефалов из Каргалинских рудников Оренбургской губернии // Зап. СПб. Минер. общ-ва. 1911. Т. 30. № 1. С. 25–37.

Салугина Н.П., Морзунова Н.Л., Турецкий М.А. Крупнотарные сосуды бронзового века Турганикского поселения в Оренбургской области // Самарский научный вестник. 2016. № 4. С. 91–98.

Соколов Д.Н. Геологические исследования в центральной части 130-го листа (предварит. отчет) // Изв. Геолкома. 1912. Т. XXXI, № 8.

Тихонович Н.Н. Отчет горноразведочной экспедиции по учету минеральных богатств. Оренбург, 1918.

Ферстер Б.К. Заметки о разработке медных руд в Каргалинской степи Оренбургской губернии // Горный журнал. 1868. Т. 2, Вып. 6. С. 156–224.

Черных Е.Н. История древнейшей металлургии Восточной Европы. МИА, № 132. 1966. 144 с.

Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. МИА, № 172. 1970. 185 с.

Черных Е.Н. Каргалы. Т. I: Геолого-географические характеристики: История открытий, эксплуатации и исследований: Археологические памятники. М.: Языки славянской культуры, 2002. 112 с.

Черных Е.Н. Пути и модели развития археометаллургии (Старый и Новый Свет) // РА. 2005. № 4. С. 49–60.

Черных Е.Н. Каргалы. Т. V: Каргалы: феномен и парадоксы развития; Каргалы в системе металлургических провинций; Потаенная (сакральная) жизнь архаичных горняков и металлургов. М.: Языки славянской культуры, 2007. 200 с.

Черных Е.Н., Авилова Л.И., Орловская Л.Б., Кузьминых С.В. Металлургия в циркумпонтийском ареале: от единства к распаду // РА. 2002. № 1. С. 5–23.

Черных Е.Н., Исто К. Дж. Начало эксплуатации Каргалов: радиоуглеродные даты // РА. 2002. № 2. С. 44–55.

Шилов В.П. Очерки по истории древних племен Нижнего Поволжья. Л., 1975. 210 с.

Юминов А.М., Богданов С.В., Ткачев В.В., Авраменко С.В., Манбетова Г.Р. Геохимическая характеристика руд исторических медных рудников степного Приуралья // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 35–41.