

ПРОБЛЕМЫ АРХЕОЛОГИИ

PROBLEMS OF ARCHAEOLOGY

Научная статья
УДК 902/904(470.5)
doi: 10.17223/19988613/76/20

Доисторические технологии горного дела: рудник Новотемирский в Южном Зауралье

Полина Сергеевна Анкушева^{1,2}, Ирина Павловна Алаева³,
Максим Николаевич Анкушев⁴, Наталья Сергеевна Батанина⁵,
Иван Александрович Блинов⁶, Михаил Анатольевич Рассомахин⁷,
Ирина Юрьевна Чикунова⁸, Анатолий Михайлович Юминов⁹

^{1,3} Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия
^{2,4,6,7,9} Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Миасс, Россия
⁵ Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

⁸ Институт проблем освоения Севера Тюменского научного центра СО РАН, Тюмень, Россия

^{1,2} polenke@yandex.ru

³ alaevaira@mail.ru

⁴ ankushev_maksim@mail.ru

⁵ bata567@inbox.ru

⁶ ivan_a_blinov@mail.ru

⁷ miha_rassomahin@mail.ru

⁸ chikki@mail.ru

⁹ umin@mineralogy.ru

Аннотация. Освещаются результаты исследования древнего рудника Новотемирский в степной части Южного Зауралья (Чесменский район Челябинской области) в 2018 г. В результате топографической съемки и археологических раскопок исследована структура памятника, выявлены различные типы горных выработок, забутованные в древности. Объектом добычи древних горняков могли служить окисленные и сульфидные руды. Структура отвалов, артефактный набор и радиоуглеродное датирование органических материалов позволяют предположить несколько этапов разработки Новотемирского рудника, разделенных длительными перерывами.

Ключевые слова: древний рудник, Южное Зауралье, бронзовый век, кашинская культура, металлопроизводство

Благодарности: Исследование выполнено в рамках ГЗ ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 075-00880-22-00, при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-39-00056. Аналитические работы И.П. Алаевой выполнены в рамках конкурса научно-исследовательских работ в области археологии и полевых археологических исследований ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» № проекта АРХ-001/21. Авторы выражают благодарность Л.Я. Кабановой, В.В. Илюшиной за помощь в исследовании, М.В. Штенбергу за фотосъемку образцов руд.

Для цитирования: Анкушева П.С., Алаева И.П., Анкушев М.Н., Батанина Н.С., Блинов И.А., Рассомахин М.А., Чикунова И.Ю., Юминов А.М. Доисторические технологии горного дела: рудник Новотемирский в Южном Зауралье // Вестник Томского государственного университета. История. 2022. № 76. С. 166–179. doi: 10.17223/19988613/76/20

Prehistoric technologies of mining: Novotemirsky mine in the Southern Trans-Urals

Polina S. Ankusheva¹, Irina P. Alaeva², Maksim N. Ankushev³, Natalia S. Batanina⁴,
Ivan A. Blinov⁵, Mikhail A. Rassomakhin⁶, Irina Yu. Chikunova⁷, Anatolij M. Yuminov⁸

^{1,3} South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russian Federation

^{2,4,6,7,9} South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Miass, Russian Federation

⁵ Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russian Federation

⁸ Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russian Federation

^{1,2} polenke@yandex.ru

³ alaevaira@mail.ru

⁴ ankushev_maksim@mail.ru

⁵ bata567@inbox.ru

⁶ ivan_a_blinov@mail.ru

⁷ miha_rassomakhin@mail.ru

⁸ chikki@mail.ru

⁹ umin@mineralogy.ru

Abstract. Metallurgical production in the Southern Trans-Urals gave a certain originality of the socio-economic component of the inhabitants of the Southern Trans-Urals for many millennia. One of the sites illustrating ancient mining technologies is the Novotemirsky mine (Chesma district, Chelyabinsk region, Russia). Its uniqueness lies in the fact that it was not disturbed by modern developments, as well as in the presence of a cultural layer with artifacts which can be dated. Until now, the ancient metal production in the Southern Trans-Urals was mainly studied only within the settlements, which precluded knowledge of the absolutely necessary and existing stages of mining. The overall aim is the study of the ancient mining technologies of the Southern Trans-Urals on the example of the ancient Novotemirsky mine. The tasks included the reconstruction of ore mining methods by studying the morphology of various objects of the site; mineralogical research of the ores; determination of the stages of field operation.

A detailed plan of the heights of the mine in its current state was created using topographic survey. The mine is a complex of objects: the main quarry, surrounded on three sides with sickle-shaped dumps. Archeological excavations have investigated the structure of the dumps. All of them are composed of various sized rubble of serpentinites, rodingites, brown iron ore and copper minerals and were formed during different periods. The excavations also allowed to reveal the pits buried by the waste rock in antiquity: a vertical shaft with a depth of more than 6 m, a winding manhole in the board of the main quarry, as well as small pits left after depletion of low-power surface ore veins.

The main objects of extraction were oxidized and semi-oxidized ores: malachite, azurite and chrysocolla. Primary ore mineralization has arsenic-nickel-copper specificity, which could give a natural admixture of arsenic in the metal. Massive macro-tools from sandstone, specially brought by the miners, used for splitting large pieces of rock during the primary enrichment. We can assume the seasonal nature of the field development (summer or summer-autumn period) due to the proximity of groundwater. The exploitation of a copper deposit on Novotemirsky mine began in the Late Bronze Age. This is evidenced by a fragment of ceramics found on the buried soil in the mound of the quarry dump. The development of the mine by Sintashta metallurgists is also indicated by the type of host rock, correlated with the slags of fortified settlements, the proximity of morphology and geology with the dated Vorovskaya Yama mine and the typological similarity of stone mining tools. Copper ore mining could be resumed at the turn of the era, as indicated by the vessels of the Kashino culture. Finally, it cannot be ruled out that the final stage of the field development falls on New Time.

Keywords: ancient mine, Southern Trans-Urals, Bronze Age, Kashino culture, metallurgy

Acknowledgments: This research was carried out within the framework of the South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology UB RAS budgetary topic № 075-00880-22-00, as well as with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, project #18-39-00056. The Irina P. Alaeva's work was carried out within the framework of the competition of research works in the archeology and field archaeological research of the South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Project No. ARCH-001/21. The authors are grateful to L.Ya. Kabanova, V.V. Ilyushina for help in the study, M.V. Shtenberg for photography of ore samples.

For citation: Ankusheva P.S., Alaeva I.P., Ankushev M.N., Batanina N.S., Blinov I.A., Rassomakhin M.A., Chikunova I.Yu., Yuminov A.M. (2022) Prehistoric technologies of mining: Novotemirsky mine in the Southern Trans-Urals. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya – Tomsk State University Journal of History*. 76. pp. 166–179. doi: 10.17223/19988613/76/20

Введение

Минеральные богатства Южного Урала на протяжении многих тысячелетий придавали жизни его обитателей своеобразие, а порой и существенно определяли

хозяйственно-экономический уклад. Наличие здесь многочисленных выходов медной руды создало предпосылки для возникновения крупных металлургических очагов задолго до русской колонизации. Металлургическое производство в Южном Зауралье получило рас-

пространение на рубеже III–II тыс. до н.э., с появлением носителей традиций синташтинской культуры. Согласно мнению специалистов [1; 2; 3. С. 4], именно наличие сырьевой базы для медной металлургии определило систему расселения и экономический облик популяций бронзового века. В раннем железном веке формируется новый очаг медной металлургии, связанный с иткульской культурой горно-лесной и лесостепной полосы Южного Зауралья [4]. Металл иткульского происхождения являлся базовым для лесостепных и степных культур Западной Сибири (от Урала до Ишима) и Приуралья [5. С. 209–210; 6]. Можно сказать, на протяжении II–I тыс. до н.э. металлургия в Южном Зауралье имела характер ключевой, системообразующей отрасли хозяйства.

Горнодобывающие технологии населения Южного Зауралья как в эпоху бронзы, так и в век раннего железа исследованы слабо. Активная промышленная деятельность в Новое и Новейшее время на территории современной Челябинской области кардинально нарушила древний ландшафт и уничтожила большинство доисторических выработок. Поэтому каждый непотребованный современными разработками древний рудник представляет собой уникальный источник информации для изучения металлопроизводства на ранних стадиях его возникновения и тенденций его развития в ходе нескольких тысячелетий.

Одним из таких памятников, содержащим в себе неоспоримые свидетельства разработки в древности, является рудник Новотемирский. В данной статье отражены результаты раскопок 2018 г. и геологических изысканий, освещающие новые аспекты горно-металлургической деятельности бронзового и раннего железного веков в Южном Зауралье.

Методы исследования

При исследовании площадки памятника и вещевого комплекса из культурного слоя был использован комплекс археологических и естественно-научных методов. Топографический план памятника был снят тахеометром TRIMBLE M3 5" DR контекстуальным методом в прямоугольной системе координат, в балтийской системе высот с шагом от 1 до 5 м. За ось *Y* выбрано направление север–юг (север истинный), ось *X* – линия запад–восток. За направление на север на местности была принята сетка раскопа. Первичная обработка данных производилась в среде Golden Software Surfer 13. Сетка покрытия формировалась методом триангуляции с линейной интерполяцией. В качестве вспомогательного при построении сетки был использован геостатистический метод Криге. Редактура и подготовка к печати топографических планов осуществлялись с помощью графического редактора Corel Draw X3.

Раскопки культурного слоя памятника производились по методике, рекомендованной для раскопок древних поселений: ручным инструментом по стратиграфическим горизонтам, не превышающим 20 см [7. С. 18–28]. Геологические рекогносцировочные траншеи выполнены ручным способом и при помощи землеройной техники.

Радиоуглеродное датирование образцов выполнено с использованием ускорительной масс-спектрометрии (AMS) в лаборатории Университета Адама Мицкевича (Познань, Польша). Калибровочная программа: OxCal 4.2.3; калибровочная кривая: IntCal 13 atmospheric curve.

Фрагменты керамических сосудов исследованы при помощи технико-технологического анализа, который способствовал получению данных о приспособительных навыках труда гончаров: отборе, добыче и подготовке исходного пластичного сырья, составлении формовочных масс, обработке поверхностей сосудов, обжиге изделий [8. С. 243–244].

Петрографический анализ шлифов каменных орудий проведен на оптическом микроскопе Olympus BX 51 (Институт минералогии УрО РАН, аналитик Л.Я. Кабанова). Состав минералов руд определен на электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU с ЭДС Oxford Instruments X-act (Институт минералогии УрО РАН, аналитик И.А. Блинов).

Общая характеристика рудника Новотемирский и основные археологические объекты

Рудник Новотемирский расположен в 1,5 км от одноименного поселка на юго-западе Чесменского района Челябинской области. Эта территория входит в современную степную ландшафтную зону приподнятого Зауральского пенеппена и представляет собой холмистую равнину, в достаточной мере насыщенную березовыми колками. Новотемирское проявление приурочено к центральной части Куликовского ультрабазитового массива, который, в свою очередь, вместе с Чебаркульским и Казбаевским поясами входит в состав Куликовского комплекса. Массив имеет сложное строение и состоит из тектонически совмещенных блоков апогарцбургитовых и аполерцолитовых серпентинитов, габброидов и вмещающих вулканогенно-осадочных пород [9].

Новотемирское проявление находится на контакте апогарцбургитовых серпентинитов с родингитами. Серпентиниты образуют брекчированные блоки поперечником 2,5–8 м, отделенные друг от друга тонкорассланцованным материалом мощностью 1–2 м. Породы хлоритизированы и оталькованы. В отдельных местах по трещинам и плоскостям рассланцевания наблюдается выделение вторичных медных минералов. Родингиты представлены мелкозернистыми породами светло-серого цвета. Они имеют однородное строение и разбиты сетью кливажных трещин на небольшие блоки. В составе пород преобладают гранат андрадитового ряда и пироксены, при небольшом содержании хлорита. На поверхности фиксируются выходы бурых железняков, иногда с медной минерализацией [10].

Древняя выработка локализована в 250 м к югу от русла реки Темир-Зингейка (бассейн р. Урал) на высоте около 10 м от уреза воды, в ложбине между двумя всхолмлениями. В ходе первичного обследования были обнаружены археологические объекты, указывающие на разработку месторождения в древности (рис. 1).



Рис. 1. Рудник Новотемирский. Вид с северо-запада на площадку основного карьера

Основной карьер занимает центральное место площадки и представляет собой овальное углубление $40 \times 25\text{--}30$ м глубиной до 2,5 м в центральной части, окруженное отвалами. Карьер ориентирован по направлению СЗ–ЮВ, что, вероятно, было обусловлено залеганием отработанного рудного тела (рис. 2). В весенне-летний период дно карьера заполнено водой. Периодически вода пересыхает, обнажая уплощенное дно, заполненное илстыми отложениями, глубина которых (по результатам зондирования) в центральной части превышает 1,5 м.

Карьер с трех сторон окружен четырьмя оплывшими отвалами серповидной формы: северо-восточным, северо-западным, западным и южным. Между собой они разделены узкими проходами, поверхность (особенно внешняя часть) задернована. Длина отвалов от 10 до 30 м, ширина в подошве от 2–4 до 8–10 м, максимальная высота 1,5 м. Юго-восточный борт карьера лишен отвалов и хорошо задернован. На нем зафиксировано небольшое понижение овальной формы размером 4×10 м, глубиной до 0,2 м. При раскопках данного понижения впоследствии выявлен Объект № 1 – шахта.

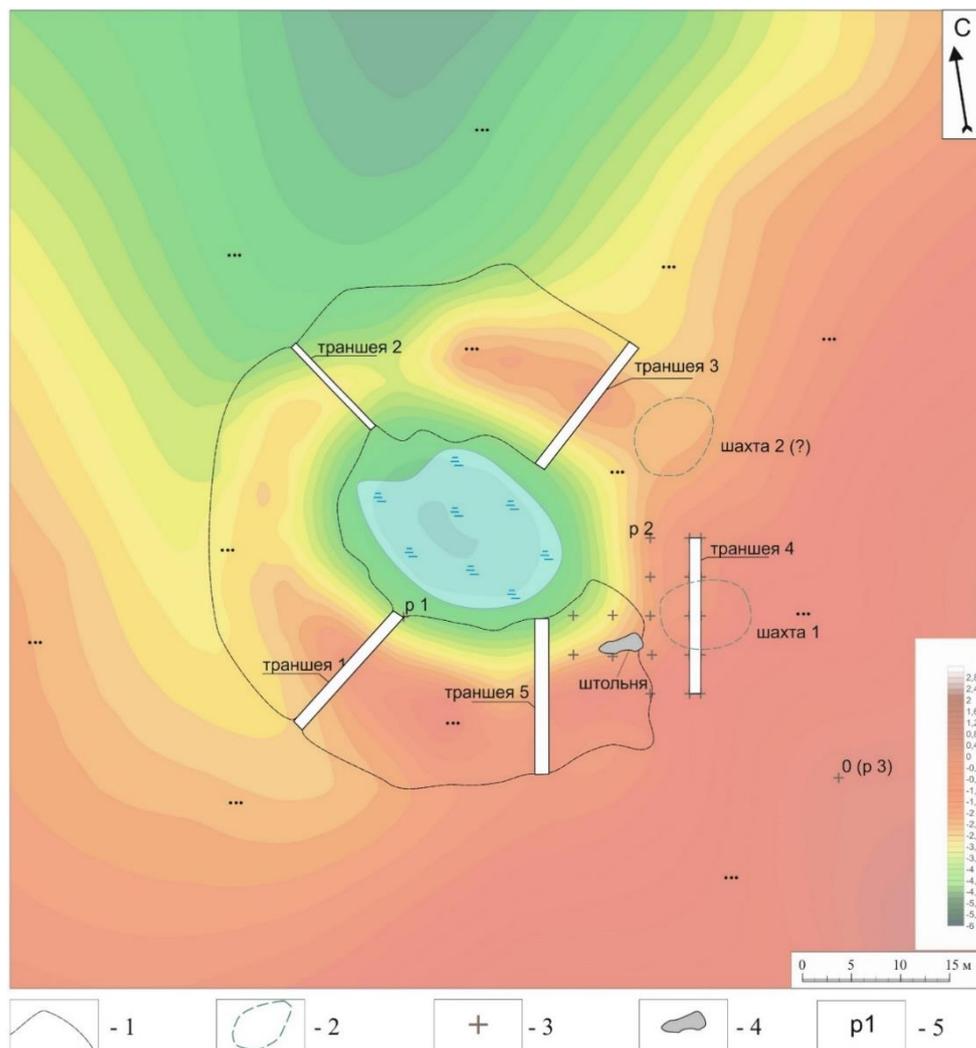


Рис. 2. План высот и объектов рудника: 1 – граница отвалов; 2 – предполагаемые объекты шахт; 3 – пикеты раскопа и точек привязки; 4 – штольня в южном борту карьера; 5 – опорные реперы

Структура отвалов изучена по геологическим траншеям, прорезающим каждый из них до материка: траншея № 1 (юго-западный отвал), траншея № 2 (северо-западный отвал), траншея № 3 (северо-восточный отвал), траншея № 5 (южный отвал). Все отвалы сложены преимущественно из разноразмерного щебня серпентинитов, бурого железняка, родингитов, магнетитовых и медных руд. Отвалы рудника были отсыпаны на уровне древней поверхности (погребенной почвы). Структура отвалов различается гумусированностью слоев, размерностью и составом щебня. В южном, юго-западном и северо-западном отвалах между слоями щебня отмечены прослойки (до 5 см) черного гумуса, которые можно интерпретировать как погребенные почвы. Выделение нескольких прослоек погребенной почвы (от двух до четырех) в стратиграфии отвалов может указывать на длительные временные промежутки в разработке основного карьера. На уровне погребенной почвы в слое отработанной породы бурого оттенка в наиболее ранней части первого пласта отвала обнаружен фрагмент керамики, по совокупности характеристик отнесенный к бронзовому веку (см. ниже).

же). Эта находка говорит о начале разработки карьера в данный период.

Для изучения морфологии шахты (Объекта № 1), вскрытой траншеей № 4 в 2018 г. был заложен раскоп в юго-восточной части памятника общей площадью 64 кв. м. (16 × 4 м) (рис. 3, А). Раскоп охватывал западную половину шахты, а также культурный слой между шахтой и основным карьером.

Стратиграфическую ситуацию на исследованном раскопом участке можно охарактеризовать следующим образом (рис. 3, Б):

– под дерном локализовался черный гумусированный супесчаный грунт, слабо насыщенный мелким серым щебнем серпентинитов (*верхний гумусированный слой*);

– в южной части раскопа (квадраты 3Д, 4Д) на уровне современной поверхности присутствовал незадернованный слой гумусированного супесчаного грунта серо-коричневого оттенка, сильно насыщенного щебнем серпентинитов, родингитов, оксидов и гидроксидов железа. Аналогичен верхнему заполнению южного отвала (*пола южного отвала*);

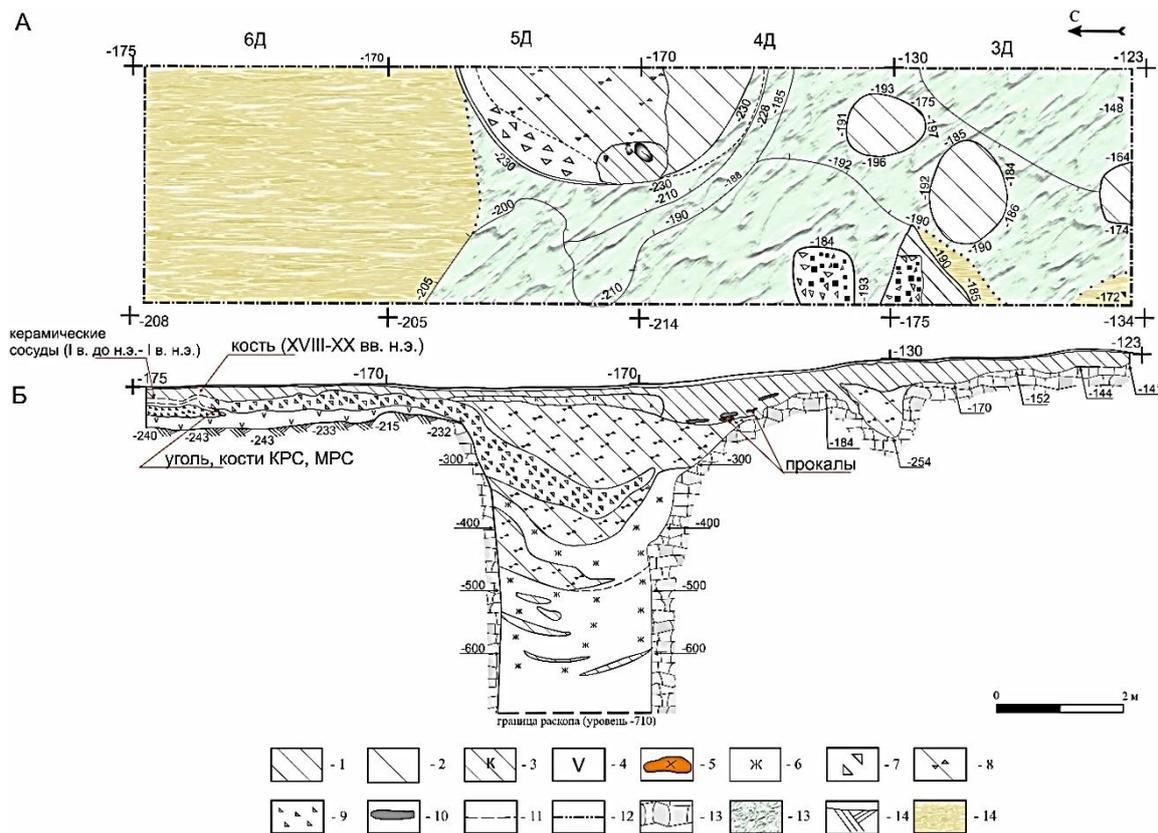


Рис. 3. План раскопа на материке (А); Восточный профиль раскопа (Б):

1 – темно-серая гумусированная супесь; 2 – серая гумусированная супесь; 3 – темно-коричневая гумусированная супесь; 4 – погребенная почва; 5 – участки прокаленного грунта с древесным углем; 6 – желтая супесь с мелким щебнем серпентинитов (1–3 см); 7 – серая гумусированная супесь, обильно насыщенная крупным (в среднем 5–10 см) щебнем серпентинитов (выкид из шахты); 8 – серая гумусированная супесь с мелким (3–5 см) щебнем серпентинитов; 9 – светло-серый мелкий (2–4 см) щебень серпентинитов; 10 – серый песок; 11 – нечеткая граница слоя; 12 – борт раскопа; 13 – материк (светло-серый коренной выход серпентинитов); 14 – материк (желтый песок с мелким щебнем серпентинитов)

– в северной части раскопа (квадрат 6Д, северо-восточный угол квадрата 5Д) под дерном залегал слой серого гумусированного супесчаного грунта с крупным щебнем серпентинитов. Слой лежал на тонкой

прослойке гумуса и «сползал» в заполнение шахты до уровня –370, поэтому получил предварительную интерпретацию как *выкид из шахты*. На нижней границе обнаружено каменное орудие из песчаника (см. ниже),

фрагменты костей животных, древесный уголь и фрагмент керамического изделия (см. ниже);

– в северной части раскопа (северный борт квадрата 6Д), под выкидом из шахты (Объект № 1), отделенный от него тонкой прослойкой гумусированного грунта (погребенной почвы), локализовался лишенный гумуса пласт мелкого светло-серого щебня серпентинитов. Аналогии пласта прослеживаются в верхних горизонтах северо-восточного отвала, поэтому он получил предварительную интерпретацию как *пола восточного отвала*;

– в северной части раскопа (квадрат 6Д) под выкидом и отвалом локализовался слой черного гумусированного грунта с четкой верхней и «рваной», перетекающей в материк, нижней границей (*погребенная почва*);

– в центральной части раскопа оконтурилось заполнение шахты, представленное гумусированным грунтом, на разных глубинах разной размерности и насыщенности щебнем серпентинитов;

– материк имеет различные характеристики: в северной трети раскопа (квадрат 6Д, полоса вдоль северной бровки квадрата 5Д) он имеет вид желтой супеси с мелким серым щебнем серпентинитов; на остальной территории раскопа (большая часть квадрата 5Д, квадраты 4Д и 3Д) материк представлен тонким слоем мелкого щебня светло-серых выветрелых серпентинитов и их коренными выходами, имеющими основное направление по линии СВ–ЮЗ.

На уровне материка были исследованы углубленные объекты – древние горные выработки: шахта и серия ям небольших размеров (см. рис. 3).

Шахта. Раскопом была вскрыта западная половина шахты (Объект № 1). Шахта представляет собой вертикальную горную выработку, проложенную в древности с поверхности земли по направлению залегания руды. Шахта имеет ширину ствола 2–3 м, в верхней части расширяется в виде воронки вверх до 4 м на уровне материка. Северная стенка шахты практически строго вертикальная, прорубленная в коренных породах серпентинитов. Южная стенка представлена пологим спуском в шахту со слоем образовавшейся осыпи из обломков коры выветривания по серпентинитам. Глубина шахты осталась невыясненной, раскопки остановлены на глубине 6,5 м от современной поверхности (–720 от нулевого репера).

В заполнении шахты можно выделить несколько слоев. Верхний горизонт представлен гумусированным грунтом темно-коричневого цвета со щебнем серпентинитов. Под ним – слой очень рыхлого материала бурокоричневого цвета, содержащий крупный щебень серпентинитов (5–10 см) и обломки медно-магнетитовой руды. Еще ниже локализовались слои, содержащие более мелкий щебень серпентинитов (1–3 см) и состоящие в значительной степени из материкового песка и суглинка в смеси с гумусом (см. рис. 3, Б).

Характер заполнения шахты свидетельствует о том, что выработка была забутована в древности переотложенным щебнем отработанной породы. На краю шахты на глубине 20 см от современной поверхности в слое темно-серого гумусированного грунта были обнаружены развалы двух керамических сосудов кашинской культуры раннего железного века (см. ниже).

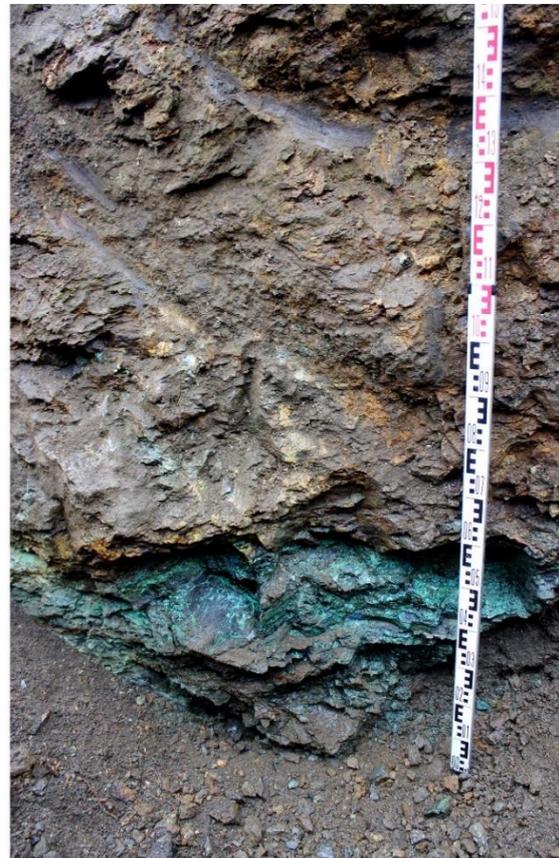


Рис. 4. Штольня в борту карьера: 1 – вид с запада; 2 – медная минерализация в борту карьера

Ямы. Раскопом также были исследовано 5 углублений, сооруженных в коренных выходах серпентинитов глубиной 0,3–0,8 м. Вероятно, это были небольшие выработки, оставшиеся после выборки маломощных поверхностных рудных прожилков. Рядом с ямами фиксируются невыбранные прожилки окисленных медных руд мощностью 1–3 см.

Штольня в борту карьера. К юго-западу от шахты, с внутренней стороны южного отвала, локализовалась яма подпрямоугольной формы, образованная в результате грабительской деятельности любителей нелегального сбора минералов («хитников»). Зачистка бортов этой грабительской современной ямы позволила выявить еще одно древнее горнопроходческое углубление в борту основного карьера (Объект № 7). В коренных породах склона карьера был сооружен петляющий лаз, отражающий, по-видимому, форму залегания выбранного горняками рудного тела. В верхних горизонтах на уровне материка лаз имеет овальную форму шириной 1,2–1,5 м и вертикальное направление. Ниже выработка сужается до 80 см, плавно наклоняясь и приобретая горизонтальный выход шириной 1,2 м, ориентированный в западном направлении (рис. 4). Над выходом оставлен «навес» в виде массивного останца серпентинитов толщиной около 1 м со следами медной минерализации.

С большой долей вероятности можно предположить разновременный характер вышеперечисленных объектов рудника. На это указывают, во-первых, гумусные прослойки в стратиграфии отвалов, представляющие собой, вероятно, слои погребенной почвы,

которые образовались в результате перерывов в разработке рудника. Во-вторых, различны между собой грунты заполнения шахты (Объект № 1), штольни (Объект № 7) и отвалов основного карьера.

Ранее считалось, что для Южного Зауралья в бронзовом веке характерен исключительно карьерный способ добычи [11. С. 192]. Раскопки позволили выявить вертикальные выработки, засыпанные в древности и не фиксируемые с поверхности. Морфология данных объектов, по всей видимости, связана с особенностями залегания медных руд.

Минералогическая характеристика рудной базы

Основными минералами меди Новотемирского проявления являются малахит, азурит и хризоколла (рис. 5). В рудах они встречаются часто совместно, в различных соотношениях. В целом на проявлении можно выделить следующие типы медных руд:

- 1) окисленные (малахитовые и хризоколловые) руды в серпентинитах;
- 2) окисленные медные руды, связанные с родингитами (малахит, азурит, хризоколла);
- 3) медно-магнетитовые руды, встречаются массивные, полосчатые и вкрапленные разновидности, акцессорным минералом является халькопирит.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа, содержание меди в рудах может варьировать в пределах 3,61–17,75 %. Среди нерудных минералов распространены минералы группы серпентина, тальк, хлорит, реже – тремолит и андрадит.

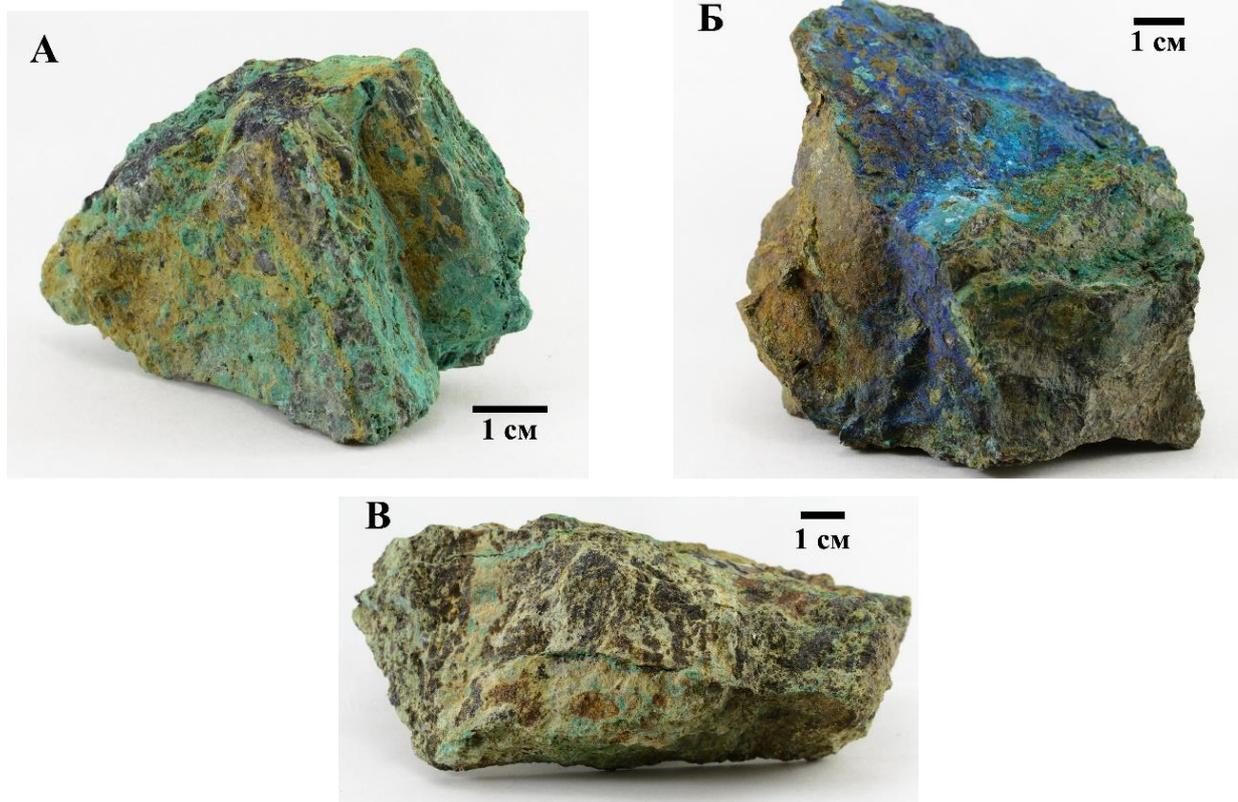


Рис. 5. Типы окисленных медных руд Новотемирского рудника: А – окисленная руда в серпентините (малахит, хризоколла); Б – окисленная руда в серпентините (азурит, малахит, хризоколла), В – медно-магнетитовая руда

Среди вторичных гипергенных рудных минералов меди распространены малахит, азурит и хризоколл. Среди редких оксидов меди отмечается делафоссит. Часто медь сорбируется на гидроксидах железа. Хризоколл и карбонаты меди образуют прожилки, выполняют поры и пустоты. Гипергенные минералы мышьяка крайне редки, выявлены одиночные находки недиагностированных арсенатов размером несколько микрон.

В азурите редко встречаются незначительные вкрапления минералов серебра – акантита и иодаргирита. Вторичные сульфиды меди – халькозин и ковеллин – достаточно редки.

С глубиной появляются первичные сульфидные минералы, представленные халькопиритом, пентландитом. Реже распространены борнит, арсениды никеля, а также сульфоарсениды никеля и кобальта. Судя по остаткам руд, встреченных в отвалах, халькопирит и пентландит входили в состав редковкрапленных руд с прожилками и пятнами вторичных минералов меди.

Судя по характеру первичной минерализации, руды Новотемирского проявления обладают мышьяк-никель-медной спецификой. Руды подвержены гипергенным преобразованиям, но в небольших количествах первичные сульфиды встречаются в качестве реликтовых. В целом гипогенная минерализация представлена сульфидами меди и железа, сульфидами и сульфоарсенидами никеля и кобальта, арсенидами никеля. Из вторичных минералов широко представлены гидроксиды железа, карбонаты меди и хризоколл. По визуальной оценке хризоколл распространена чаще, чем малахит, и является главным гипергенным минералом меди [12].

По технологическим типам обнаруженные руды можно разделить на окисленные и полуокисленные. Окисленные руды распространены в верхней части зоны окисления и были доступны на ранних этапах отработки рудника. Полуокисленные руды обычно располагаются на уровне грунтовых вод [13]. Вместе с этим в сухой период, при отсутствии обводнения центра карьера, при расчистке борта карьера глинистый материал становился влажным, что указывает на близость грунтовых вод. Все это дает основание предполагать, что в более поздние этапы отработка велась уже на уровне колебания грунтовых вод и проводилась сезонно в период межени.

Вещевой комплекс

Исследованная территория памятника содержит немногочисленные, но яркие и информативные остатки человеческой жизнедеятельности прошлых эпох. В северной части раскопа под крупнощебенистым выкидом из шахты были обнаружены фрагментированные кости крупного и мелкого рогатого скота, зуб мелкого рогатого скота (37 экз. общим весом 207 г, определения Л.Л. Гайдученко), а также мелкие фрагменты древесного угля. Фрагменты костей были найдены в верхнем гумусном горизонте в шести метрах к северу от шахты и в насыпи южного отвала. Вещевой ряд памятника представлен керамическими сосудами, фрагментом керамического изделия неясного назначения, целыми и фрагментированными каменными орудиями.

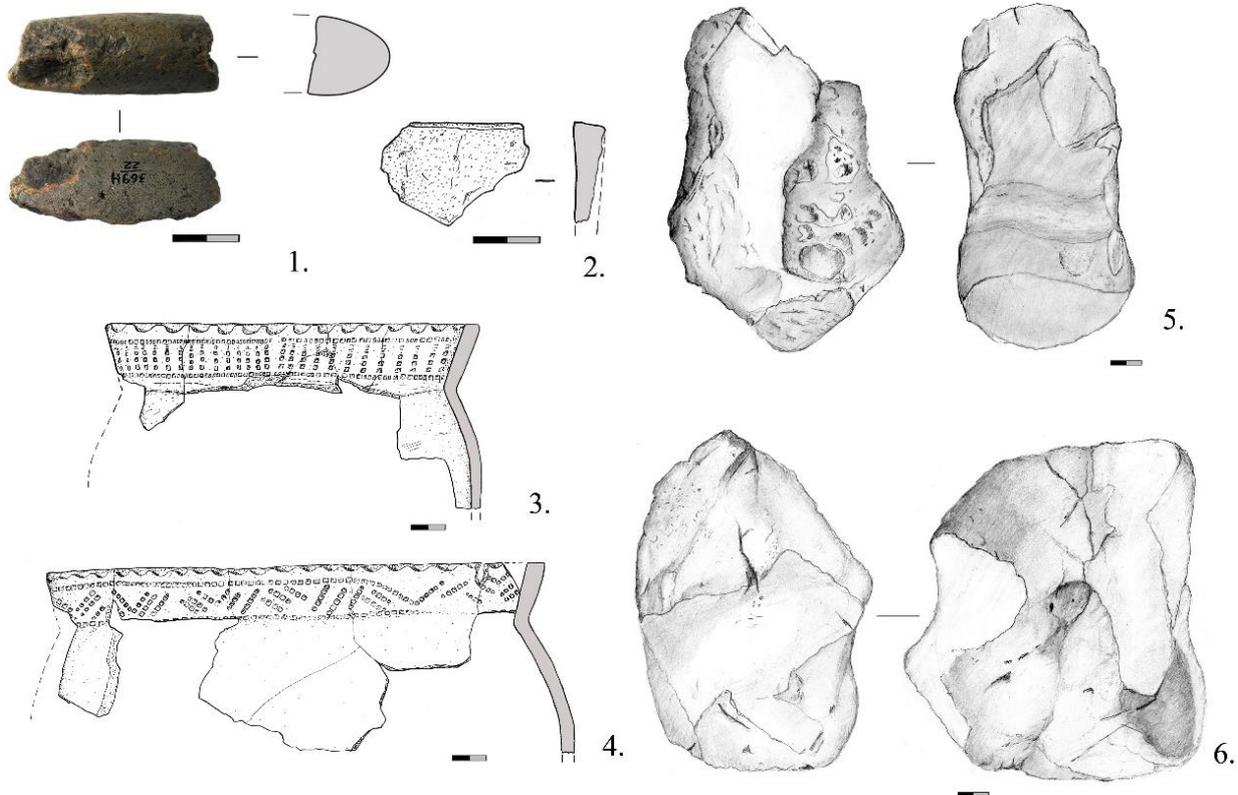


Рис. 6. Артефакты из культурного слоя рудника Новотемирский: 1 – фрагмент изделия (тигель?); 2 – фрагмент сосуда бронзового века; 3–4 – сосуды кашинской культуры; 5–6 – орудия горного дела; 1–4 – керамика; 5–6 – камень (песчаник)

Керамика

При зачистке юго-западной траншеи (№ 1) был найден фрагмент керамики (рис. 6, 2). Шейка лепного керамического сосуда обнаружена в насыпи отвала, близко к внутренней части, на погребенной почве в слое рыжеватого-коричневого щебенистого грунта с обломками серпентинитов размером 2–5 см, бурых железняков и медных рудами. Размеры фрагмента 4,2 × 3 см, толщина 0,8 мм. Цвет темно-серый, черепок плотный, в формовочной массе примесь талька. Шейка сосуда прямая, венчик прямой, срезан ножом. Внешняя поверхность повреждена, внутренняя хорошо залощена, фиксируются тонкие горизонтальные борозды – следы заглаживания. По совокупности характеристик данный фрагмент керамического сосуда отнесен к бронзовому веку.

У северного края шахты в верхнем черном гумусированном грунте были обнаружены развалы двух сосудов. Сосуд № 1 (рис. 6, 4) – круглодонный, с резко отогнутой шейкой и внутренним «ребром», диаметр шейки сосуда 31 см, высота шейки 4 см. Шейка украшена бюрдюрным орнаментом в виде тройного горизонтального зигзага между горизонтальных линий. Орнамент выполнен крупнозубым гребенчатым штампом. По внешнему срезу венчика нанесены неглубокие подтреугольные пальцевые вдавления. Сосуд был разбит в древности, о чем свидетельствует обнаружение его фрагментов без свежих сломов.

Сосуд № 2 (рис. 6, 3) – круглодонный, с резко отогнутой шейкой и внутренним «ребром», диаметр шейки сосуда 22,7 см, высота шейки 4 см. По шейке нанесен бордюрный орнамент в виде разреженных вертикальных отпечатков крупнозубого гребенчатого штампа между горизонтальными линиями, выполненными более мелким гребенчатым штампом. На внутренней стороне тулова сосуда сохранился пригар, по которому методом ¹⁴C УМС-датирования получена дата I в. до н.э. – I в. н.э. (рис. 7).

Для изготовления сосудов № 1 и № 2 использовалась формовочная масса, составленная по сложному рецепту «глина + дресва тальковая + шамот + выжимка». Заглаживание поверхностей сосудов осуществлялось деревянными ножами или шпателями и пальцами. Внешние поверхности изделий после заглаживания и нанесения орнамента подвергались лощению (сосуд № 1) или уплотнению (сосуд № 2) орудиями с твердой гладкой рабочей поверхностью. Сосуды обжигались в условиях окислительной атмосферы, при доступе кислорода, и испытывали воздействие температур каления (не ниже 650°C) в течение достаточно длительного времени, в результате чего прокалились на всю толщину черепка. Анализ орнаментальных композиций и формообразующих признаков позволяет с полной уверенностью отнести эти сосуды к кашинской культуре [14].

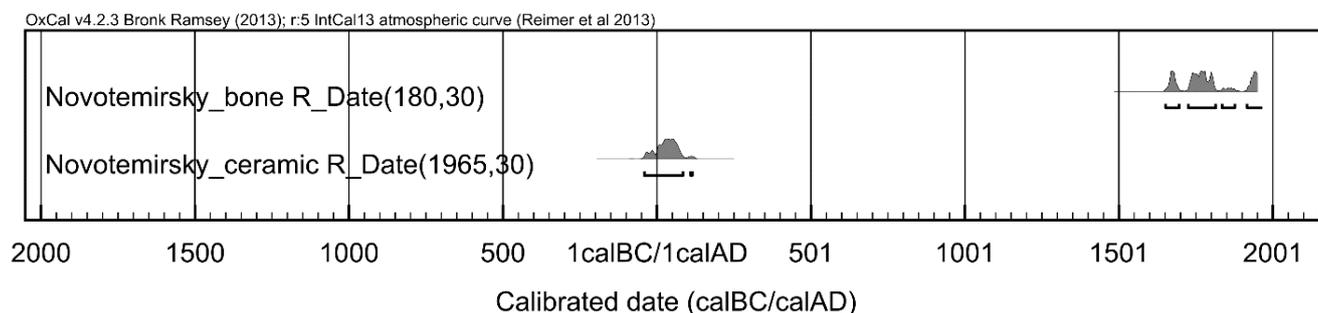


Рис. 7. Вероятностные интервалы калиброванных радиоуглеродных датировок материалов из культурного слоя рудника Новотемирский

Каменные орудия

В насыпи южного отвала при раскопках штольни, а также в раскопе в слое выкида крупного щебня серпентинитов из шахты были обнаружены каменные орудия (3 целых изделия и 16 фрагментов). Два орудия (рис. 6, 5, 6) имеют подпрямоугольную форму, длина 21 и 24 см. В средней части орудий располагается незначительно выраженный желоб, изготовленный при помощи техники пикетажа, с характерной стертой от использования на краях. Рабочая поверхность орудий находится в торцевой части, имеет выбоины. Можно предположить, что функциональное назначение орудий заключалось в раскалывании и дроблении крупных кусков вмещающей породы. Третье орудие имеет округлую форму, его диаметр равен 13 см, вес 1,5 кг. Рабочая поверхность находится в боковой части орудия. Вероятно, изделие также выполняло ударные функции.

Все орудия изготовлены из одинаковой породы. Из обломка первого орудия (рис. 6, 5) изготовлен прозрачный шлиф для изучения в проходящем свете. Изделие

сложено песчаником с опаловым цементом. Обломочный материал составляет 80% от объема образца и представлен в основном кварцем, редкими зернами полевого шпата и единичными зернами рутила и мусковита. Зерна кварца хорошо окатанные, сортировка зерен средняя (размер 50–500 мкм). Зачастую зерна трещиноватые, по трещинам развивается опал. Цемент опаловый составляет 20% от объема образца, окрашен оксидами и гидроксидами железа. Встречаются редкие, частично измененные (серицитизированные) зерна полевого шпата.

Минеральный состав породы, и ее текстурно-структурные особенности, выраженные содержанием зерен кварца в опаловом цементе, обеспечивают высокую твердость и прочность изделий. Это делает возможным успешное многократное использование крупного обломка этой породы в качестве ручного ударного орудия. Можно констатировать приносной характер песчаника, из которого изготовлены данные предметы. Песчаники развиты на некотором отдалении от Ново-

темирского рудника, они входят в состав Сухтелинской и Березинской толщ, расположенных к северу и к востоку от рудника соответственно [15].

Керамическое изделие представляет собой фрагмент краевой части уплощенного предмета с закругленным боковым краем, размером $6,3 \times 2,3 \times 2,5$ см. Цвет красно-коричневый, в формовочной массе примесь талька. Функциональное назначение определить затруднительно, однако можно предположить использование данного предмета в качестве закраины плоской плавильной чаши (тигля), либо керамической литейной формы.

Таким образом, вещевой комплекс памятника служит основным аргументом в пользу длительной и поэтапной разработки Новотемирского месторождения.

Этапы разработки рудника Новотемирский

Исходя из датирующего материала, представленного керамическими сосудами в культурном слое памятника, можно очертить *возможные* хронологические границы эксплуатации месторождения. Нижняя граница находится в бронзовом веке, о чем говорит обнаружение фрагмента керамики на погребенной почве под насыпью западного отвала. Следующий этап – в пределах раннего железного века – начала Средневековья, маркируется находкой керамических сосудов кашинской культуры в верхних гумусных горизонтах. ^{14}C УМС-датирование нагара на внутренней стороне сосуда № 2 показало интервал I в. до н.э. – I в. н.э., что соответствует среднему периоду существования кашинской культуры [16, 17]. Верхней возможной границей разработки рудника можно считать XVII–XIX вв., на что указывают датировки по кости из верхнего гумусного горизонта (см. рис. 7). Впрочем, залегание единичного фрагмента кости могло иметь случайный характер, не связанный с металлургической деятельностью, учитывая близкое к руднику (200 м) расположение руин поселка XIX в.

Начало добычи медной руды на Новотемирском месторождении с большой долей вероятности произошло на рубеже III–II тыс. до н.э. Помимо обнаружения фрагмента сосуда, к сожалению, неопределимого с точки зрения культурной принадлежности, существует ряд косвенных аргументов, уверенно датирующих памятник поздним бронзовым веком. С.А. Григорьев подчеркивает, что основными факторами выбора месторождения в древности были выходы руды на поверхность, удобство руды для плавки, а также близость рудника к поселению [18. С. 362]. Месторождение расположено в самом центре региона локализации синташтинских укрепленных поселений. Горное дело и металлургия играли важную, если не ключевую, роль в синташтинском хозяйстве. Это подтверждается многочисленными свидетельствами выплавки металлов из руд в культурном слое памятников: шлаками, сплесками, обломками руды, медными слитками и заготовками, а также технологической керамикой: соплами, льячками, тиглями и ошлакованной керамикой [19. С. 68; 20. С. 428–446; 21; 22. С. 115–121]. Результаты анализа состава металлургических шлаков, минеральных и расплавных микровключений позволили определить возможный тип

месторождений – источников сырья. Большое количество включений хромитов в шлаках поселений Устье, Родники, Каменный Амбар, Куйсак, Аркаим, Синташта, Левобережное (Синташта II), Кизильское, Аландское, Сарым-Саклы свидетельствуют о поставке сырья для поселений из медных руд в ультрабазитах [11; 18. С. 181; 23; 24]. Таким образом, геоморфологическая характеристика и местоположение рудника указывают на начало добычи руды в позднем бронзовом веке.

Минеральный состав окисленных руд представлен малахитом, азурином и хризоколлой. По мере углубления выработки или при заложении глубокого шурфа количество первичной минерализации в добываемой руде возрастало, и конечный металл содержал примеси мышьяка и никеля, которые могли давать естественную легирующую примесь в выплавляемых древними сообществами меди и бронзах. Мышьяк является наиболее распространенной лигатурой в металле синташтинской культуры [25. С. 83]. В отвалах карьера также присутствует небольшое количество образцов сульфидных руд (халькопирита)

В пользу разработки Новотемирского рудника в бронзовом веке говорит также существование сходных по морфологии и геологической обстановке памятников горнодобывающей деятельности в Южном Зауралье и Мугоджарах. Ближайшим аналогом является рудник Воровская Яма в Кизильском районе Челябинской области. Данная выработка имеет округлую форму, диаметр 30–40 м и глубину 3–5 м, котловина в северной и юго-западной частях окружена отвалами шириной от 5 до 15 м, высотой 0,8–1,2 м. Как и на Новотемирском руднике, в разрезе отвалов фиксируются слои погребенных почв, а также культурный слой, содержащий кости животных и керамику синташтинской и алакульской культур бронзового века [26]. К сходным памятникам Мугоджарского горно-металлургического центра относятся Дергамышский, Еленовский, Ишкининский медные рудники [11, 27, 28].

Сравнительно-типологическая характеристика каменных макроорудий с рудника позволяет с осторожностью отнести их также к эпохе бронзы. Подобные изделия – массивные, подпрямоугольные в сечении, обработанные в технике грубого скола и зачистую имеющие слабо выраженный желобок – обнаружены на поселениях и рудниках Мугоджарского региона, относящихся к позднему бронзовому веку. Такие изделия, определяемые как молоты, использовались для дробления рудной массы, забивания клиньев в трещины, могли снабжаться рукоятью [27. С. 50. Рис. 4; 29. С. 113].

Дискуссионным остается вопрос об эксплуатации месторождения в раннем железном веке. Обнаружение двух сосудов кашинской культуры в культурном слое наводит на мысль об эксплуатации Новотемирского месторождения также на рубеже эр, но не делает этот вывод бесспорным. Это связано с низкой степенью изученности данного культурного образования.

На сегодняшний день выделено около 50 памятников с материалами кашинской культуры, расположенных на довольно обширной территории от восточных предгорьев Урала до Прииртышья. Северная граница ареала проходит по р. Тавде, южная – в верховьях Тобола.

Хронологические границы кашинских древностей определены в общих чертах: IV–III вв. до н.э. – IV–VI вв. н.э. Следует отметить, что западные кашинские памятники, сосредоточенные в верховьях Тобола (пос. Белый Яр XII) и на Исети (Рафайловский комплекс, Коловское городище, Павлиновское городище и т.д.) несколько старше, чем памятники в основном ядре – междуречье рек Туры и Ницы. Есть данные, что группы кашинского населения вследствие различных обстоятельств двинулись в северном и восточном направлении [16, 17].

Таким образом, основная зона бытования кашинской культуры – лесное и лесостепное Притоболье (среднее течение рек Тура и Исеть) – значительно отдалена от степного Зауралья. Закономерно возникает вопрос о причинах появления кашинских сосудов на отдаленной территории, а также об особенностях металлургической деятельности кашинского населения. Появление сосудов кашинской культуры на территории сарматов могло быть связано с одной из фаз взаимодействия степного и лесостепного населения урало-казахстанских степей и Западной Сибири [30]. Возможно, поход кашинского населения в южноуральские территории связан с необходимостью приобретения металлургических навыков либо добычи сырья на рудниках.

Заключение

Новомировский рудник является прекрасно сохранившимся материальным свидетельством древнейшей горнодобывающей деятельности в Южном Зауралье. Его уникальность заключается, во-первых, в отсут-

ствии на площадке памятника современных горных выработок, во-вторых, в культурном слое, содержащем датирующий материал бронзового и раннего железного веков.

В результате проведенных работ были выявлены различные типы горных выработок – вертикальная выработка шахтного типа глубиной более 6 м, петляющий лаз в борту основного карьера, а также небольшие ямы, оставшиеся после выборки маломощных поверхностных рудных прожилков. Различная морфология выработок была обусловлена направлением залегания руды. Для раскалывания крупных кусков породы, первичного обогащения использовались массивные макроорудия из песчаника, специально принесенные горняками. Можно предполагать сезонный характер отработки месторождения (летний или летне-осенний период) из-за близости грунтовых вод.

Структура отвалов, артефактный набор и радиоуглеродное датирование органических материалов позволяют предположить несколько этапов разработки Новомировского рудника, разделенных длительными перерывами. Начало эксплуатации было положено в бронзовом веке. Об этом говорят фрагмент керамики на погребенной почве под отвалом карьера, тип вмещающей породы, соотносимый со шлаками эпохи бронзы, близость морфологии и геологического строения с датированным рудником Воровская Яма и типологическое сходство каменных горнодобывающих орудий. Добыча медной руды могла быть возобновлена на рубеже эр, на что указывают сосуды кашинской культуры. Наконец, нельзя исключать, что заключительный этап разработки месторождения приходится на Новое время.

Список источников

1. Виноградов Н.Б. Хронология, содержание и культурная принадлежность памятников синташтинского типа бронзового века в Южном Зауралье // Вестник Челябинского государственного педагогического института. Сер. 1. Исторические науки. 1995. № 1. С. 16–26.
2. Виноградов Н.Б. Металлопроизводство и синташтинская проблема // Вестник Челябинского государственного педагогического института. Сер. 1. Исторические науки. 2005. № 3. С. 5–15.
3. Епимахов А.В. Южное Зауралье в эпоху средней бронзы. Челябинск : ЮУрГУ, 2002. 170 с.
4. 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) : сб. науч. тр. / ред. В.А. Борзунов. Екатеринбург : Урал. гос. ун-т, 2005. С. 162–186.
5. Кузьминых С.В. О металле городища Чича-1 // Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Новосибирск : Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009. Т. 3. С. 202–212.
6. Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д. Цветная металлообработка иткульских изделий (предварительные результаты аналитических исследований) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 4 (31). С. 57–66.
7. Положение о порядке проведения археологических полевых работ и составления научной отчетной документации : утв. постановлением Бюро Отделения историко-филологических наук Российской академии наук от 20.06.2018 № 32. М. : ИА РАН, 2018. 64 с.
8. Бобринский А.А. Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. М. : Наука, 1978. 272 с.
9. Сначёв А.В., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Сначёв В.И. Геология Арамилско-Сухтелинской зоны Урала. Уфа : ДизайнПолиграфСервис, 2006. 176 с.
10. Юминов А.М., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А. Древний медный рудник Новомировский (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия. 2015. № 2. С. 78–81.
11. 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. Сер. Геоархеология, этнология, антропология. 2013. № 1. С. 174–195.
12. Блинов И.А., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А., Медведева П.С. Минералы меди, никеля и мышьяка в рудах Новомировского проявления (Южный Урал) // Минералогия. 2018. Т. 4, № 3. С. 36–45.
13. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. 3-е изд. М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1955. 332 с.
14. Чикунова И.Ю. Керамические комплексы кашинской культуры на памятниках раннего железного века Притоболья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2007. № 9. С. 58–65.
15. Кожевников С.В., Анкушев М.Н. Каменные орудия из отвала древнего рудника Новомировский (Южное Зауралье) // Геоархеология и археологическая минералогия. 2018. № 5. С. 80–82.
16. Чикунова И.Ю. Итоги и проблемы изучения кашинской культуры // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2005. № 6. С. 82–91.
17. Чикунова И.Ю. Поселение Муллашинские Юрты 7 // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2009. № 11. С. 90–100.

18. Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск : Цицеро, 2013. 660 с.
19. Корякова Л.Н., Краузе Р., Епимахов А.В., Шарапова С.В., Пантелеева С.Е., Берсенева Н.А., Форнасье Й., Кайзер Э., Молчанов И.В., Чечушков И.В. Археологические исследования укрепленного поселения Каменный Амбар (Ольгино) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2011. № 4. С. 64–74.
20. Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье / отв. ред. Н.Б. Виноградов, науч. ред. А.В. Епимахов. Челябинск : Абрис, 2013. 482 с.
21. Епимахов А.В., Берсенева Н.А. Металлопроизводство и социальная идентичность по материалам памятников синташтинской культуры Южного Урала // Археология, этнография и антропология Евразии. 2016. № 44 (1). С. 3–9.
22. Петров Ф.Н., Анкушев М.Н., Медведева П.С. Материальные свидетельства технологических процессов в культурном слое поселения Левобережное (Синташта II): опыт функционального подхода // *Magistra Vitae* : электронный журнал по историческим наукам и археологии. 2018. № 1. С. 112–147.
23. Анкушев М.Н., Алаева И.П., Медведева П.С., Чечушков И.В., Шарапов Д.В. Металлургические шлаки поселений бронзового века в долине р. Зингейка (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия. 2016. № 3. С. 116–120.
24. Блинов И.А., Анкушев М.Н. Формы нахождения меди и легирующих компонентов в шлаках поселения бронзового века Устье (Южный Урал) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Социально-гуманитарные науки. 2018. Т. 18, № 2. С. 6–13.
25. Дегтярева А.Д. История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск : Наука, 2010. 162 с.
26. Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М. Воровская Яма – новый рудник бронзового века // Археологический источник и моделирование древних технологий. Челябинск : Центр Аркаим, 2000. С. 112–130.
27. Ткачев В.В. Урало-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы // Российская археология. 2011. № 2. С. 43–55.
28. Ткачев В.В., Байтлеу Д.А., Юминов А.М., Анкушев М.Н., Жалмагамбетов Ж.М., Калиева Ж.С. Новые исследования памятников горной археологии в Южных Мугалжарах // Труды филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. Астана : Изд. группа ФИА им. А.Х. Маргулана в г. Астана, 2013. Т. II. С. 264–288.
29. Фомичев А.В. Орудия труда древних горняков и металлургов с поселений алакульской культуры Урало-Мугоджарского региона // Геоархеология и археологическая минералогия. 2016. № 3. С. 113–115.
30. Алаева И.П., Медведева П.С., Анкушев М.Н. Шахта раннего железного века на древнем руднике Новотемирский // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Сарматы и их окружение : материалы VII Всерос. науч. конф. Челябинск : Гос. ист. музей Южного Урала, 2017. С. 7–13.

References

1. Vinogradov, N.B. (1995) Khronologiya, sodержanie i kul'turnaya prinadlezhnost' pamyatnikov sintashtinskogo tipa bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'e [Chronology, content and cultural identity of the monuments of the Sintashta type of the Bronze Age in the Southern Trans-Urals]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta. Ser. 1. Istoricheskie nauki*. 1. pp. 16–26.
2. Vinogradov, N.B. (2005) Metalloproduktstvo i sintashtinskaya problema [Metal production and the Sintashta problem]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta. Ser. 1. Istoricheskie nauki*. 3. pp. 5–15.
3. Epimakhov, A.V. (2002) *Yuzhnoe Zaural'e v epokhu sredney bronzy* [Southern Trans-Urals in the Middle Bronze Age]. Chelyabinsk: South-Ural State University.
4. Beltikova, G.V. (2005) Sreda formirovaniya i pamyatniki Zaural'skogo (itkul'skogo) ochaga metallurgii [The formation environment and monuments of the Trans-Ural (Itkul) center of metallurgy]. In: Borzunov, V.A. (ed.) *Arkheologiya Urala i Zapadnoy Sibiri (k 80-letiyu so dnya rozhdeniya Vladimira Fedorovicha Geninga)* [Archeology of the Urals and Western Siberia (to the 80th anniversary of the birth of Vladimir Fedorovich Gening)]. Ekaterinburg: Ural State University. pp. 162–186.
5. Kuzminykh, S.V. (2009) O metalle gorodishcha Chicha-1 [On the metal of the ancient settlement Chicha-1]. In: Molodin, V.I. et al. *Chicha - gorodishche perekhodnogo ot bronzy k zhelezu vremeni v Barabinskoy lesostepi* [Chicha is a settlement of the transitional time from bronze to iron in the Baraba forest-steppe]. Vol. 3. Novosibirsk: SB RAS. pp. 202–212.
6. Kuzminykh, S.V. & Degtyareva, A.D. (2015) Tsvetnaya metalloobrabotka itkul'skikh izdeliy (predvaritel'nye rezul'taty analiticheskikh issledovaniy) [Non-ferrous metalworking of Itkul products (preliminary results of analytical studies)]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*. 4(31). pp. 57–66.
7. Department of Historical and Philological Sciences of the Russian Academy of Sciences. (2018) *Polozhenie o poryadke provedeniya arkheologicheskikh polevykh rabot i sostavleniya nauchnoy ochetnoy dokumentatsii: utv. postanovleniem Byuro Otdeleniya istoriko-filologicheskikh nauk Rossiyskoy akademii nauk ot 20.06.2018 № 32* [Regulations on the procedure for conducting archaeological field work and compiling scientific reporting documentation: approved by Decree No. 32 of the Bureau of the Department of Historical and Philological Sciences of the Russian Academy of Sciences dated June 20, 2018]. Moscow: RAS.
8. Bobrinskiy, A.A. (1978) *Goncharstvo Vostochnoy Evropy. Istochniki i metody izucheniya* [Pottery of Eastern Europe. Sources and methods of study]. Moscow: Nauka.
9. Snachev, A.V., Puchkov, V.N., Saveliev, D.E. & Snachev, V.I. (2006) *Geologiya Aramil'sko-Sukhtelinskoy zony Urala* [Geology of the Aramil-Sukhtelinskaya zone of the Urals]. Ufa: DizaynPoligrafServis.
10. Yuminov, A.M., Ankushev, M.N. & Rassomakhin, M.A. (2015) Drevniy mednyy rudnik Novotemirskiy (Yuzhnyy Ural) [The Novotemirsky ancient copper mine (Southern Urals)]. *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya*. 2. pp. 78–81.
11. Zaykov, V.V., Yuminov, A.M., Ankushev, M.N., Tkachev, V.V., Noskevich, V.V. & Epimakhov, A.V. (2013) Mining and Metallurgical Centers of the Bronze Age in the Transurals and Mugodzhars. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geoarkheologiya, etnologiya, antropologiya – Bulletin of the Irkutsk State University. Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology Series*. 1. pp. 174–195. (In Russian).
12. Blinov, I.A., Ankushev, M.N., Rassomakhin, M.A. & Medvedeva, P.S. (2018) Cu, Ni and as minerals in ores from the Novy Temir iron occurrence (South Urals). *Mineralogiya – Mineralogy*. 4(3). pp. 36–45. (In Russian).
13. Smirnov, S.S. (1955) *Zona okisleniya sul'fidnykh mestorozhdeniy* [Zone of oxidation of sulfide deposits]. 3rd ed. Moscow; Leningrad: USSR AS.
14. Chikunova, I.Yu. (2007) Keramicheskie komplekсы kashinskoy kul'tury na pamyatnikakh rannego zheleznoogo veka Pritobol'ya [Ceramic complexes of the Kashinsky culture on the sites of the early Iron Age of the Tobol region]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*. 9. pp. 58–65.
15. Kozhevnikov, S.V. & Ankushev, M.N. (2018) Kamennye orudiya iz otvala drevnego rudnika Novotemirskiy (Yuzhnoe Zaural'e) [Stone tools from the dump of the ancient Novotemirsky mine (Southern Trans-Urals)]. *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya*. 5. pp. 80–82.
16. Chikunova, I.Yu. (2005) Itogi i problemy izucheniya kashinskoy kul'tury [Results and problems of studying the Kashin culture]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*. 6. pp. 82–91.
17. Chikunova, I.Yu. (2009) Poselenie Mullashinskies Yurty 7 [Settlement Mullashinskies Yurty 7]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*. 11. pp. 90–100.
18. Grigoriev, S.A. (2013) *Metallurgicheskoe proizvodstvo v Severnoy Evrazii v epokhu bronzy* [Metallurgical production in Northern Eurasia in the Bronze Age]. Chelyabinsk: Tsitsero.
19. Koryakova, L.N., Krauze, R., Epimakhov, A.V., Sharapova, S.V., Panteleeva, S.E., Berseneva, N.A., Fornassier, Y., Kaiser, E., Molchanov, I.V. & Chechushkov, I.V. (2011) Archaeological studies of the Kamenny Ambar (Olgin) fortified settlement. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii – Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 4. pp. 64–74.

20. Vinogradov, N.B. & Epimakhov, A.V. (2013) *Drevnee Ust'e: ukreplennoe poselenie bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'e* [Drevnee Ustie: a fortified settlement of the Bronze Age in the Southern Trans-Urals]. Chelyabinsk: Abris.
21. Epimakhov, A.V. & Berseneva, N.A. (2016) Metal-production, mortuary ritual, and social identity: the evidence of Sintashta burials, Southern Urals. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii – Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 44(1). pp. 3–9. (In Russian). DOI: 10.17746/1563-0102.2016.44.1.065-071
22. Petrov, F.N., Ankushev, M.N. & Medvedeva, P.S. (2018) Material evidence of the technological processes in the cultural layer of the settlement levoberezhnoe (Sintashta II): the experience of the functional approach. *Magistra Vitae: elektronnyy zhurnal po istoricheskim naukam i arkheologii – Magistra Vitae*: *Electronic Journal of Historical Sciences and Archeology*. 1. pp. 112–147. (In Russian).
23. Ankushev, M.N., Alaeva, I.P., Medvedeva, P.S., Chechushkov, I.V. & Sharapov, D.V. (2016) Metallurgicheskie shlaki poseleniy bronzovogo veka v doline r. Zingeyka (Yuzhnyy Ural) [Metallurgical slags of Bronze Age settlements in the valley of the Zingeyka River (Southern Urals)]. *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya*. 3. pp. 116–120.
24. Blinov, I.A. & Ankushev, M.N. (2018) Formy nakhozhdeniya medi i legiruyushchikh komponentov v shlakakh poseleniya bronzovogo veka Ust'e (Yuzhnyy Ural) [Forms of finding copper and alloying components in the slags of the Bronze Age settlement Ustye (Southern Urals)]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Sotsial'no-gumanitarnye nauki*. 18(2). pp. 6–13.
25. Degtyareva, A.D. (2010) *Istoriya metalloproduktov Yuzhnogo Zaural'ya v epokhu bronzы* [History of metal production in the Southern Trans-Urals in the Bronze Age]. Novosibirsk: Nauka.
26. Zaykov, V.V., Zdanovich, G.B. & Yuminov, A.M. (2000) Vorovskaya Yama – novyy rudnik bronzovogo veka [Vorovskaya Yama – a new mine of the Bronze Age]. In: Zdanovich, S.Ya. (ed.) *Arkheologicheskii istochnik i modelirovanie drevnikh tekhnologiy* [The Archaeological Source and Modeling of Ancient Technologies]. Chelyabinsk: Tsentr Arkaim. pp. 112–130.
27. Tkachev, V.V. (2011) The Urals-Mugodzhary mining and metallurgical center (Late Bronze Age). *Rossiyskaya arkheologiya – Russian Archeology*. 2. pp. 43–55. (In Russian).
28. Tkachev, V.V., Baitleu, D.A., Yuminov, A.M., Ankushev, M.N., Zhalmagambetov, Zh.M. & Kalieva, Zh.S. (2013) Novye issledovaniya pamyatnikov gornoy arkheologii v Yuzhnykh Mugalzharakh [New studies of monuments of mountain archeology in the South Mugalzhary]. *Trudy filiala Instituta arkheologii im. A.Kh. Margulana v g. Astana*. 2. pp. 264–288.
29. Fomichev, A.V. (2016) Orudiya truda drevnikh gornyakov i metallurgov s poseleniy alakul'skoy kul'tury Uralo-Mugodzharskogo regiona [Tools of labor of ancient miners and metallurgists from the settlements of the Alakul culture of the Ural-Mugodzhary region]. *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya*. 3. pp. 113–115.
30. Alaeva, I.P., Medvedeva, P.S. & Ankushev, M.N. (2017) Shakhta rannego zheleznoogo veka na drevnem rudnike Novotemirskiy [Mines of the early Iron Age at the ancient Novotemirsky minery]. In: Tairov, A.D. (ed.) *Etnicheskie vzaimodeystviya na Yuzhnom Urale. Sarmaty i ikh okruzhenie* [Ethnic interactions in the South Urals. Sarmatians and their environment]. Chelyabinsk: The State Historical Museum of the Southern Urals. pp. 7–13.

Сведения об авторах:

Анкушева Полина Сергеевна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск, Россия); младший научный сотрудник Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН (Миасс, Россия). E-mail: polenke@yandex.ru

Алаева Ирина Павловна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (Челябинск, Россия). E-mail: alaevaira@mail.ru

Анкушев Максим Николаевич – кандидат геолого-минералогических наук, младший научный сотрудник Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН (Миасс, Россия). E-mail: ankushev_maksim@mail.ru

Батанина Наталья Сергеевна – заведующая Учебно-производственным отделом археологии, этнографии, современной и исторической экологии Учебно-научного центра изучения проблем природы и человека Челябинского государственного университета (Челябинск, Россия). E-mail: bata567@inbox.ru

Блинов Иван Александрович – кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН (Миасс, Россия). E-mail: ivan_a_blinov@mail.ru

Рассомахин Михаил Анатольевич – младший научный сотрудник Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН (Миасс, Россия). E-mail: miha_rassomahin@mail.ru

Чикунова Ирина Юрьевна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института проблем освоения Севера Тюменского научного центра СО РАН (Тюмень, Россия). E-mail: chikki@mail.ru

Юминов Анатолий Михайлович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН (Миасс, Россия). E-mail: umin@mineralogy.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Ankusheva Polina S. – Candidate of Historical Sciences, senior researcher of South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation); junior researcher of South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Miass, Russian Federation). E-mail: polenke@yandex.ru

Alaeva Irina P. – Candidate of Historical Sciences, senior researcher of South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: alaevaira@mail.ru

Ankushev Maksim N. – Candidate of geological-mineralogical sciences, junior researcher of South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Miass, Russian Federation). E-mail: ankushev_maksim@mail.ru

Batanina Natalia S. – Head of Archaeological Department of the Scientific and Educational Center for Research on the Problems of Nature and Man, Chelyabinsk State University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: bata567@inbox.ru

Blinov Ivan A. – Candidate of geological-mineralogical sciences, researcher of South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Miass, Russian Federation). E-mail: ivan_a_blinov@mail.ru

Rassomakhin Mikhail A. – junior researcher of South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Miass, Russian Federation). E-mail: miha_rassomahin@mail.ru

Chikunova Irina Yu. – Candidate of Historical Sciences, researcher, Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Tyumen, Russian Federation). E-mail: chikki@mail.ru

Yuminov Anatolij M. – Candidate of geological-mineralogical sciences, senior researcher of South Ural Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Miass, Russian Federation). E-mail: umin@mineralogy.ru

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.10.2018; принята к публикации 22.02.2022

The article was submitted 19.10.2018; accepted for publication 22.02.2022