КРАТКИЙ ОТЧЕТ ПО ЭКСПЕДИЦИОННЫМ РАБОТАМ 2025 г. ПОЛЕВОГО ОТРЯДА «ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ»

Аннотация

Все запланированные задачи экспедиционных работ отряда выполнены. Проведена заверка крупномасштабной геолого-петрографической схемы территории Воровская Яма. Отобран штуфной материал, который будет использован для определения источников сырья для производства каменных орудий. Уточнено геологическое строение на северном фланге участка, проведен осмотр и краткая документация точек медной минерализации. Выполненная георадарная съемка участка, примыкающего к шахтному стволу, показала принципиальную пригодность полученных данных для их дальнейшей интерпретации. Глубина подземных горных выработок в древности могла достигать 9 м. Для определения границ распространения и особенностей культурного слоя возможных потребителей медной руды в древности опробованы рыхлых отложения на поселении Зингейское 3. На древнем руднике Воровская Яма исследован материал двух раскопов общей площадью 128 кв. м., а также четыре шурфа (4 кв. м.) и две зачистки существующих обнажений.

Полевые работы отряда «Геоархеологический» в 2025 г. выполнялись в рамках госбюджетной темы лаборатории междисциплинарных исследований «Минералого-геохимические маркеры минерального сырья древних и современных производств Центральной Евразии» (№ 125013101191-9) и гранта РНФ проект № 25-18-20001.

Состав отряда: Анкушев М.Н., Анкушева П.С., Артемьев Д.А., Свиридов Ю.В., Юминов А.М.

Сроки проведения работ: 27.06.2025-25.07.2025. Полевые работы проводились на древнем руднике Воровская Яма и прилегающей территории (Кизильский район Челябинской области).

Запланировано решение следующих задач:

1) Проведение крупномасштабной геологической съемки территории древнего рудника с осмотром и документацией близлежащих рудопроявлений меди, железа, золота.

2) Опробование рыхлых отложений поселения Кацбах XI для определения границ распространения и особенностей культурного слоя возможных потребителей медной руды в древности

3) Топографическая, фотограмметрическая съемка рудника и близлежащих поселений. Съемка рудника с помощью технологии LIDAR.

4) Геоархеологическое сопровождение раскопок поселения древних горняков и вертикальной горной выработки рудника

Результаты работ

1) Выполнены сбор геологической информации по площади исследования и проведение поисковых маршрутов по обнажениям, коренным выходам горных пород и горным выработкам, с выделением особого внимания выявленным ранее точкам медной минерализации. В ходе работы пополнена эталонная коллекции горных пород и минералов шестью новыми образцами. Местоположение точек определялась с помощью навигатора Garmin GPSм Map62 (Garmin Ltd, США). В качестве топоосновы использовалась карта масштаба 1:25000. Для проверки привязок применялась компьютерная программа SasPlanet. Петрографическая диагностика горных пород велась на макроуровне (визуальное описание). Элементы залегания слоев определялись при помощи горного компаса ГК-2.

Согласно отчету В.М. Мосейчука (2013) ранее в непосредственной близости от рудника бронзового века Воровская яма было выявлено еще три точки медной минерализации с номерами 37, 39 и 45. Они приурочены к сахаринскому комплексу пород и представлены коренными выходами габбро и пироксенитов с вкрапленностью сульфидов с содержанием Cu до 0.15% и повышенными концентрациями Zn, Ni, Cr.

Точка минерализации 37. Географические координаты: 53° 03’ 14,3” с.ш.; 059° 36’ 23,1” в.д. (53,077443 с.ш. 59,590648 в.д.). Точка находится в 3670 м по аз. 159° от древнего рудника Воровская яма. Местность сильно задернована. Коренные выходы пород единичны. Глыбы в поперечнике не превышают одного метра. Порода представлена габброидом. Медной минерализации не обнаружено. Вероятно, что сведения о ней были получены В.М. Мосейчуком по результатам описания керна скважин.

Точка минерализации 39. Географические координаты: 53° 04’ 38.8” с.ш.; 059° 35’ 26.3” в.д. (53,073215 с.ш. 59,577010 в.д.) Точка расположена в 3940 м по аз. 174° от древнего рудника Воровская яма. Геологическая обстановка аналогична описанной ранее точке. Местность сильно задернована, коренные выходы пород не обнаружены, горные выработки на расстоянии 500 м отсутствуют. Наличие медной минерализации установлено по скважинам.

Точка минерализации 45. Географические координаты: 53° 03’ 14.3” с.ш.; 059° 36’ 23.1” в.д. (53,054216 с.ш. 59,606904 в.д.). Коренной выход габброидов, вскрытый разведочной канавой. Длинная ось выработки ориентирована по аз. 35°. Длина канавы 7–10 м. Современная глубина – 0.3–0.5 м (рис 1). Габбро светло-серого цвета, с темными зеленоватыми вкрапленниками (обр.V-45-1). Мелко- и среднезернистое. Текстура массивная, местами пятнистая. Порода рассечена серией кливажных трещин на блоки. Видимой медной

минерализации не обнаружено. Обход территории на удалении 150–200 м от выработки не выявил наличия древней горной выработки. В 250 м восточнее точки наблюдения находится развалы дайки габбро-диабазов субмеридионального простирания (рис. 2). Протяженность до 15 м, мощность – до 0.5 м. Породы темно- серые с зеленоватым оттенком, структура тонко- и мелкозернистая, текстура массивная (обр.V-45-2).

Рис. 1. Заросшая канава, вскрывающая коренной выходе габброидов (т.н. 45)

Рис. 2. Развалы дайки габбро-диабазов (т.н. 45)

2) Для уточнения возможностей методики неразрушающей фиксации культурного слоя поселений бронзового века проведен отбор почв на поселении Зингейское 3 (долина р. Зингейка). Замена объекта исследований связана с лучшей сохранностью рыхлых отложений на участке надпойменной террасы р. Зингейка в районе поселения. Для опробования на участке поселения, предварительно выявленного на основе реликтов жилищных впадин, были разбиты две перпендикулярные трансекты, длиной 200 и 250 (рис. 3). Точки отбора проб размечены на расстоянии 20 м. Всего отобрано 34 пробы. Отбор проб осуществлялся с помощью ручного бура диаметром 2 см с глубины до 40 см. Из полученного почвенного керна отбиралась проба с интервала -20-30 (при необходимости -30-40) см от поверхности. Проба упаковывалась в маркированный пакет для дальнейших исследований на РФА. На удалении от поселения была отобрана фоновая проба.

Рис. 3. Схема отбора проб грунта на поселении Зингейское 3.

3) В 2025 г для определения глубины шахты и наличия/отсутствия в ней штреков, примыкающих к шахтному стволу, была проведена георадарная съемка (прибор: георадар ОКО-3 (ООО «Логические системы», Россия) оператор – А.М. Юминов, 06-14.07.2025).

Задействованный комплекс георадиолокационной аппаратуры включал:

1) двухканальный блок управления георадара;

2) блок питания БП 9/12;

3) двухканальный антенный блок АБ-150/400М3.

Таблица 1 – Технические характеристики георадара ОКО-3

№ п/п	Характеристика	Значение
1	Исполнение антенного блока	Экранированный
2	Способ электропитания	Штатный блок питания с возможность подключения внешней АКБ
3	Потребляемая мощность	7,8 Вт
4	Центральная частота зондирования	150 и 400 МГц
5	Количество точек по глубине	До 16384
6	Частота сканирования	400 трасс в секунду
7	Максимальная глубина зондирования*	**12 м** при частоте 150 МГц; **5 м** при частоте 400 МГц
8	Разрешающая способность по вертикали*	0,35 м при частоте 150 МГц; 0,15 м при частоте 400 МГц

Примечание: приведены характеристики, заявленные производителем. Данные характеристики определяются свойствами исследуемой среды и могут варьировать как в большую, так и в меньшую сторону.

Регистрация данных георадиолокации осуществлялась с использованием персонального компьютера, связанного с блоком управления георадара по сети Wi-Fi. Для регистрации использовалось лицензионное ПО Geoscan32, поставляемое в комплекте с георадаром ОКО.

Планово-высотная привязка сети наблюдений выполнялась следующими способами:

1) Разбивка сети профилей на местности осуществлялась в условных координатах при помощи мерной ленты.

2) Крайние точки вынесенных на местность профилей фиксировались при помощи навигатора Garmin GPSм Map62 (Garmin Ltd, США) в режиме осреднения. Точность определения плановых координат в этом случае составляет ±2 м, что учитывалось при последующей обработке данных.

Выполнению запланированной съёмки методом георадиолокации предшествовало проведение опытно-методических работ (ОМР) в пределах полигона исследования. В рамках ОМР было выполнено тестирование комплекса аппаратуры и оценка параметров съёмки, наилучшим образом отвечающих поставленным задачам. С учётом специфики аппаратурного комплекса и строения участка было принято решение ограничить глубину зондирования значением 400 нс для центральной частоты 150 МГц, что автоматически соответствовало значению 100 нс для центральной частоты 400 МГц.

Проектирование сети съёмки на исследуемых объектах осуществлялось таким образом, чтобы геофизические профили охватывали как сами углубления, так и примыкающие к ним области, в пределах которых предполагалось развитие ненарушенных горизонтов.

Профилирование осуществлялось пешим порядком, при этом с учётом резко пересечённого рельефа участка в процессе съёмки было задействовано не менее двух операторов, обеспечивающих равномерное перемещение антенного блока по профилю без отрыва его от поверхности.

Длинна профилей в зависимости от рельефа и степени обнаженности местности варьировала от 10 до 27 м. Расстояние между профилями составляло 2 м. Общая протяженность – 275 м, общая площадь – 401 м^2, общее количество замеров – 292 шт.

Первоначально проводилась общая съемка по всем профилям, затем – через каждый 1 м. Данные о параметрах съемки приведены в таблице 3.2.

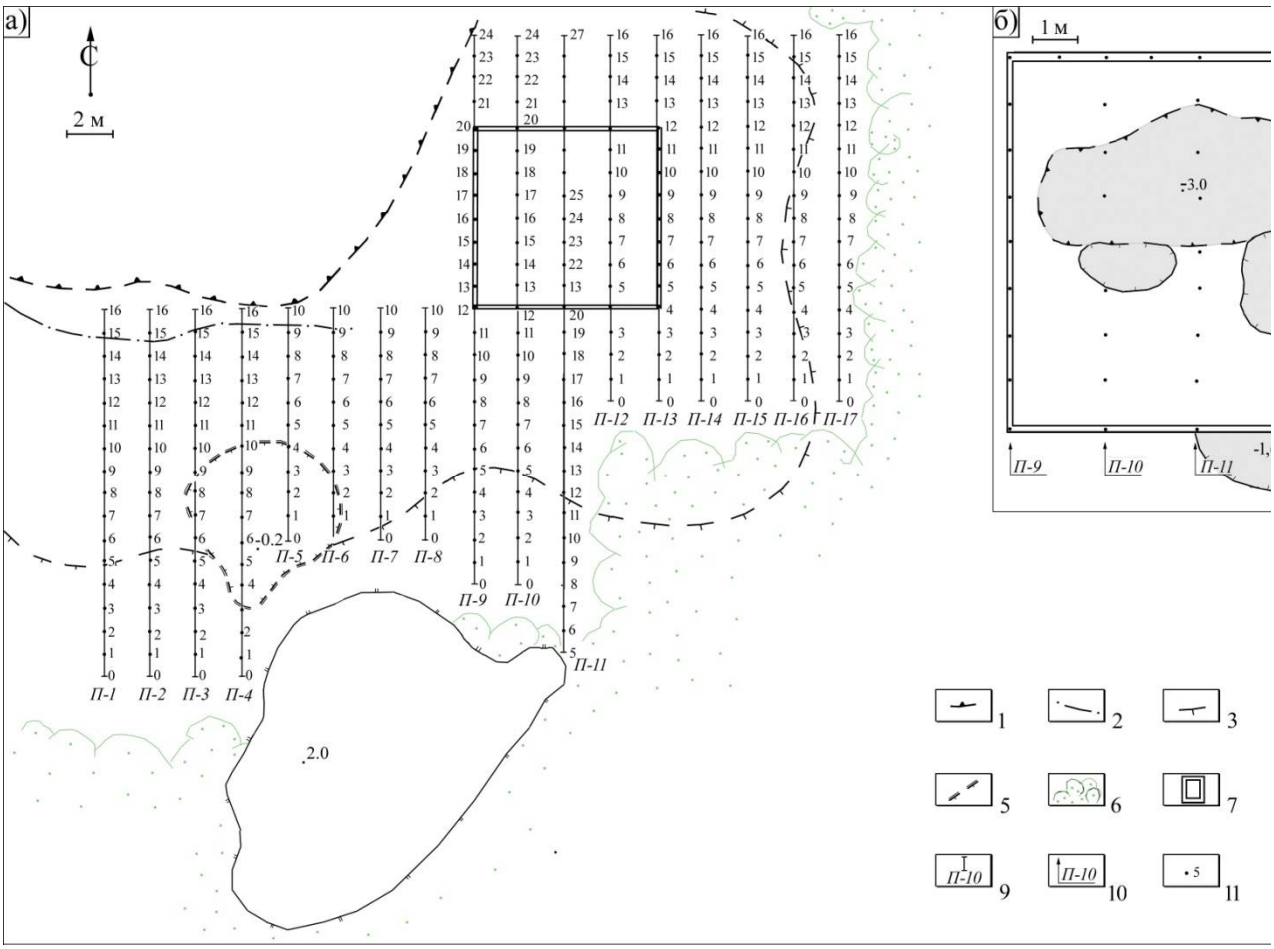

Рис. 4. Ситуационный план юго-восточной части древнего рудника Воровская яма:
а) карта фактического материала, б) участок детализации 1 – контуры древних выработок, 2 – гребень отвала, 3 – предполагаемые контуры подошвы древнего отвала, 4 – подошва археологического отвала 2025 г, 5 – контуры углублений, 6 – границы зарослей чилиги, 7 – границы прошлых археологических раскопов, 8 – техногенные заполнения разведочных выработок грунтово-рыхлым материалом, 9 – местоположение и номера георадарных профилей, 10 – направление и номер профиля на вставке, 11 – места и номер замеров, 12 – относительные отметки в м (глубины- высоты).

Таблица 2 – Параметры съемки:

Параметры съемки	Дата съемки	
	06.07.2025	12-19.07.2025
Количество точек	1024	256
Количество трасс	7000	5000
Накоплении сигнала	8	20
Эпсилон среды	10	10
Развертка по глубине	400	100
Коэфф. усиления	30	500
Профиль усиления	экс.	экс.
Окно выравнивания	25	25
Режим сканирования	непрерывный	по шагам
Шаг сканирования	100	100

Обработка данных георадиолокации осуществлялась в общем случае согласно следующему графу:

1. Полевая оценка качества данных (наличия нерегулируемых помех, корректности выбранных параметров съёмки и др.);

2. Конвертация данных, полученных в формате *.gpr2 (стандартный формат георадара ОКО) в общепринятый формат SEG-Y;

3. Собственно обработка: удаление звона, полосовая фильтрация, регулировка профиля усиления.

4. Трассирование целевых горизонтов.

Пересчёт временных разрезов в глубинные на данном этапе работ не выполнялся в силу отсутствия детальных данных, позволяющих заверить наблюдаемые мощности слоёв. Этот этап работ будет выполнен в ходе дальнейших работ совместно с анализом материалов, полученных в ходе археологических исследований.

В ходе обработки было установлено, что более представительными являются материалы, полученные при центральной частоте зондирования 400 МГц.

Вдоль профиля П-12 (см. Рис. 1) с отметки 4 м по отметку 11 м наблюдается пологая складка, наиболее чётко проявленная в интервале времён 8-15 нс. Наиболее вероятной причиной, объясняющей наблюдаемую волновую картину, может является в шахтном отвале рудного склада и связанного с этим повышенное содержанием меди в исследуемой среде. С отметки 11 м по отметку 12 м характер залегания слоёв резко меняется, а отражения становятся более высокоамплитудным, наблюдается реверберация. Очевидно, что в южной части воронки, через которую проходят профили, локально развиты специфические отложения, связанные с заполнением рыхлым материалом (наносами) в ствол шахты. Схожее внутреннее строение отмечается и вдоль профилей П-11 и П-10, расположенных западнее в 2 м 4 метрах соответственно. Как и в предыдущем случае, здесь отмечается узкая зона высокоамплитудных отражений, развитая вблизи отметки 11 м.

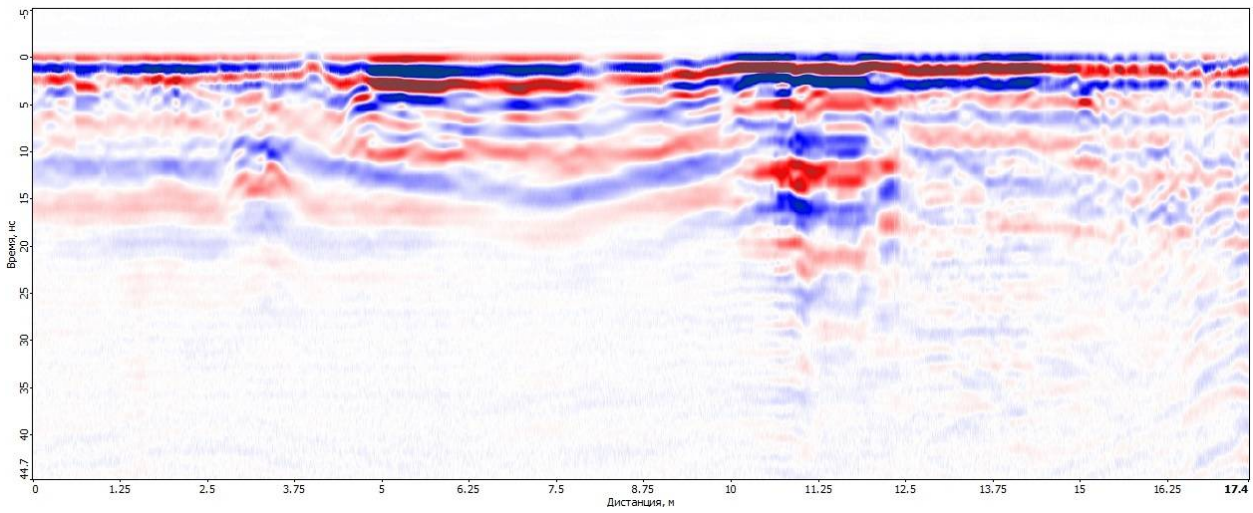

Рис. 5. Георадарный разрез по профилю П-12

Согласно предварительным просмотрам радарограмм, глубина шахтного ствола (с учетом выкопанной поверхности) может достигать 8–9 м. Северный борт шахты на раскопках обозначен полностью, южный – только частично и смещен на 1–2 в юго-восточном направлении. Не исключена вероятность наличия в нем непротяженных штреков. Шахта заполнена разным глинисто-щебнистым грунтом, включая отдельные глыбы минерализованных скарнов. В 4–6 м севернее шахтного ствола возможно нахождение рудного отвала, перекрытого наносами.

Отметим, что полученные результаты носят предварительный характер и свидетельствуют о принципиальной пригодности полученных данных для дальнейшего дешифрирования участка. Так, наличие в разрезе шахтного ствола достоверно устанавливается благодаря характеру залегания слоёв, а вероятное присутствие металлсодержащих отложений – благодаря наличию зон реверберации с одновременным повышением амплитуд отражённой электромагнитной волны.

Дальнейшая интерпретация данных как в пределах показанной площади, так и в пределах остального полигона, должна выполняться с учётом данных археологических раскопок, которые позволят заверить наблюдённые аномалии и подтвердить предположение об их генезисе, а также перейти к точным оценкам мощностей наблюдаемых горизонтов.

4) На основании Открытого листа № Р018-00103-00/02186432 состоялись археологические раскопки на объекте археологического наследия «Рудник Воровская Яма». В работе принимали участие студенты 1 курса ЮУрГУ исторических и геологических специальностей, проходящие полевую практику. В 2025 году стояли задачи продолжения исследования конструкций поселения алакульских горняков на северо-восточном краю памятника, шахты бронзового века на юго-восточном краю памятника, а также уточнения границ распространения культурного слоя. Для этого на памятнике было заложено два раскопа (на поселении, 64 кв. м., и на шахте, также 64 кв. м.) общей площадью 128 кв. м., а также четыре шурфа (4 кв. м.) и две зачистки существующих обнажений протяженностью 1 м и 4 м. В раскопе «2025» на поселении исследованы участок алакульской постройки бронзового века (17-16 вв. до н.э.) и зона утилизации бытовых отходов. Раскопом «Шахта» вскрыты промежуточные горизонты посещения выработки: синхронный алакульскому поселению (17-16 вв. до н.э.), а также более поздний, выявленный по результатам радиоуглеродного датирования (ок. 9 в. до н.э.). Шахта законсервирована на уровне -400.

К основным категориям находок относятся костные остатки домашних копытных, целые и фрагментированные каменные макроорудия, металлические предметы и шлаки, а также алакульский керамический комплекс. Коллекция находится на временном хранении в фондах работодателя держателя открытого листа (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН); после обработки

она будет передана на постоянное хранение в фонды Челябинского государственного историко-культурного заповедника «Аркаим».

Археологические раскопки выполнены согласно Положению о порядке проведения археологических полевых работ и составления научной отчетной документации, утвержденному постановлением Бюро Отделения историко-филологических наук Российской академии наук от 12 апреля 2023 г. № 15.

Летом 2025 года земляные работы включали (рис. 6):

1) Раскоп «2025» на поселении общей площадь 64 кв. м.;

2) Раскоп «Шахта» на вертикальной горной выработке общей площадью 64 кв. м.;

3) Шурфы (4 шурфа общей площадью 4 кв. м.) и зачистки существующих обнажений (2 зачистки общей протяженностью 5 м).

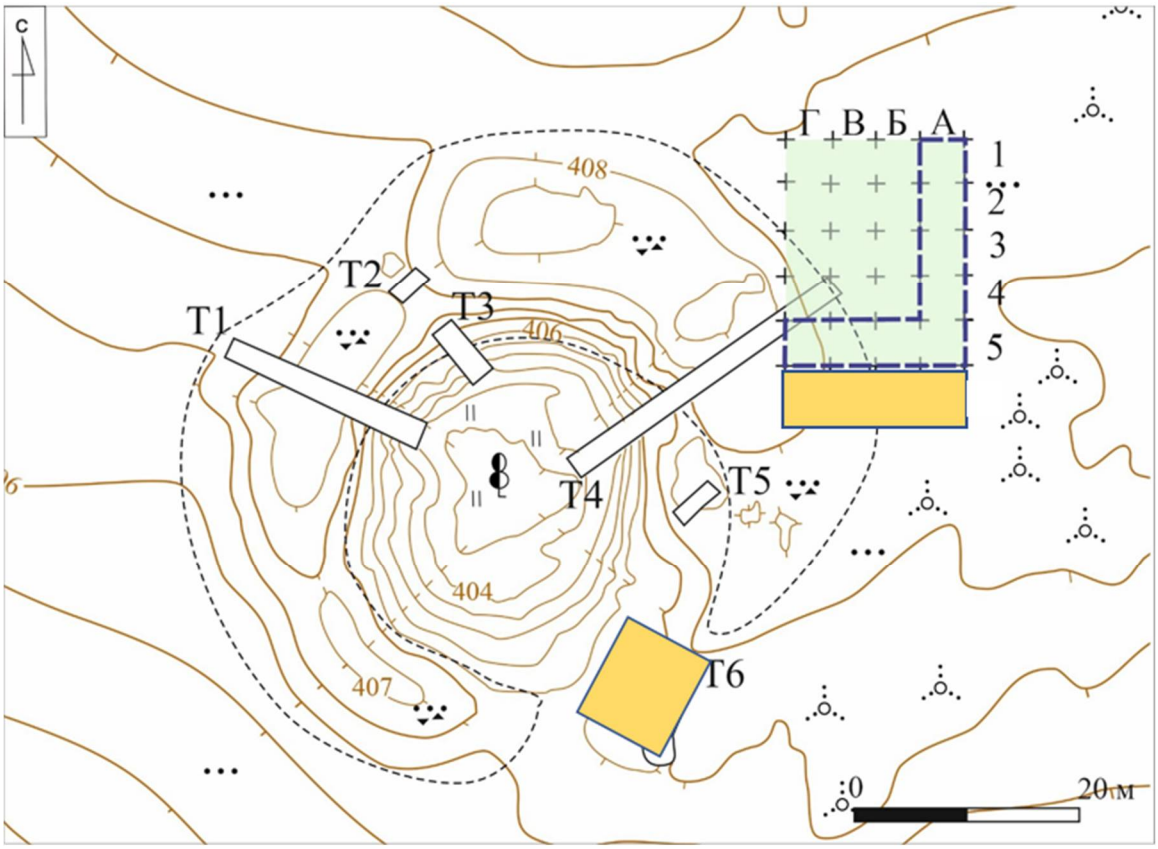

Рис. 6. Схема расположения раскопов на руднике бронзового века Воровская Яма. Зеленым цветом обозначены раскопы 2021-2024 гг. Желтым цветом обозначены раскопы 2025 г.

Все участки включены в общую условную координатную сетку объекта археологического наследия. На северо-восточном краю памятника в 2021 году был установлен единый постоянный репер («ноль»), от которого производится фиксация местоположения в трех измерениях (X, Y, H) всех поверхностей, объектов и находок. Точка репера забетонирована и отмечена с помощью GPS-навигатора, координаты: 53.042578, 59.597025, система координат WGS 84 (EPGS :: 4326). Дополнительно установлены три деревянных

репера (Datum 1, 4, 5, таблица 1). Для точной фиксации глубины объектов раскопа и местоположения находок использовались электронный тахеометр Leica TS-03 и нивелир.

Таблица 1. Локальная система координат.

Репер	**Север (x), м**	**Восток (y), м**	**Высота (h), м**
«Ноль»	0	0	0
Datum 1	12.8635	-39.3216	1,9863
Datum 4	33.6658	-2.0389	0.8812
Datum 5	10.4840	7.0719	0.1384

Раскоп «2025» был заложен на северо-восточном краю памятника, где в 2021-2024 гг. исследовалось поселение алакульских горняков, и примыкал своим северным бортом к раскопу 2024 года. Раскоп состоял из 4 квадратов размерами 4×4 м, ориентированных в субширотную линию по сторонам света (север магнитный), с оставлением бровок между ними и раскопом 2024 года шириной 40 см. Линейные размеры раскопа составляли 16×4 м. Локализация раскопа обусловлена необходимостью доисследования жилищно-производственного пространства горняков алакульской культуры: отвала отработанной породы и площади построек. Задачи работы также включали определение функционального назначения внутрижилищщных объектов, формирование статистически значимых выборок (n≥40) массового материала (сосудов, металла, шлаков и т.п.) для дальнейших фундаментальных исследований.

На первом этапе работ была произведена разбивка сетки раскопа «2025» с последующей нивелировкой пикетов. На втором этапе были произведены раскопки культурного слоя квадратов раскопа «2025» до уровня материка (коры выветривания). Раскопки культурного слоя производились по методике, рекомендованной для раскопок древних поселений: ручным инструментом по пластам. На третьем этапе работ был осуществлен разбор временных стратиграфических профилей (бровок) внутри раскопа «2025» в соответствии с выделенными слоями и начата выборка углубленных в материк объектов (столбовых и хозяйственных ям). На четвертом этапе выполнена генеральная зачистка по материку на всей площади раскопа «2025». На пятом этапе работ была завершена выборка углубленных в материк объектов. На этом же этапе завершен смежных с раскопом 2024 года бровок в соответствии с выделенными слоями. На шестом этапе работ произведена повторная генеральная зачистка раскопа «2025» с выбранным заполнением углубленных объектов (рис. 7). Осуществлена контрольная прокопка материка на жилищном пространстве на глубину 30 см. На последнем этапе выполнена рекультивация раскопа 2024 с использованием землеройной техники.

Рис. 7. Фото генеральной зачистки раскопа «2025»

Раскоп «Шахта»

Второй участок земляных работ этого сезона был связан с необходимостью доисследования шахты, расположенной на юго-восточном краю памятника. Он состоял из четырех квадратов размером 4×4 м, ориентированных по сторонам света; линейные размеры раскопа составляли 8×8 м, общая площадь 64 кв. м. Раскопом в центральной его части были охвачены углубления, оставшиеся от предыдущих земляных работ (раскоп 1994 года и траншея зачистки широтной бровки 2024 года). По краям раскоп также затрагивал отвалы переотложенного грунта (из раскопа 1994 года) и непотревоженный культурный слой под ними. Ориентировка раскопа «Шахта» (север истинный) несколько смещена относительно раскопов 2021-2025 гг. (север магнитный) на северо-восточном краю памятника в связи с его привязкой к ориентировке раскопа 1994 года, которую было проблематично игнорировать. Тем не менее, все измерения также велись в единой системе координат относительно указанного выше условного «ноля» и реперов.

На первом этапе работ была произведена разбивка сетки раскопа «Шахта» с последующей нивелировкой пикетов. На втором этапе были произведены раскопки культурного слоя квадратов раскопа «Шахта» до уровня материка (коры выветривания). Раскопки культурного слоя производились по методике, рекомендованной для раскопок древних поселений: ручным инструментом по пластам. На третьем этапе осуществлена выборка основного углубленного объекта раскопа – шахты – до уровня -370. Выборка осуществлялась пластами по 20 см ручным инструментом с тщательным просмотром, после каждого пласта выполнялась зачистка. На четвертом этапе, в связи с окончанием сроков экспедиции, была выполнена консервация шахты до следующего полевого сезона, который планируется в 2026 году.

Шурфы и зачистки. Для установления границ распространения культурного слоя было заложено 4 шурфа: на северном, восточном, юго-восточном и южном краю памятника. Каждый из них был ориентирован по сторонам света и имел размер 1×1 м. Шурфы фиксировались в единой системе координат относительно условного «ноля». Выборка грунта

осуществлялась пластами по 10 см с промежуточными зачистками после каждого пласта. После выхода на материк была осуществлялась контрольная прокопка на глубину 20 см. Далее все шурфы рекультивированы. Признаков культурного слоя не обнаружено ни в одном из них, что позволило уточнить границы памятника.

В ходе всех этапов земляных работ осуществлялась графическая и фотофиксация всего процесса раскопок, планов и профилей квадратов и объектов. Фотофиксация осуществлялась при помощи фотоаппаратов, а также беспилотных летательных аппаратов DJI phantom 4 и DJI mini 4 pro. Графическая фиксация осуществлялась на бумажном носителе (миллиметровой бумаге), координаты очертаний углубленных объектов и находки фиксировались тахеометром. Планы и профили раскопа, квадратов, участков объекта 11, зачисток существующих обнажений прорисованы непосредственно в процессе раскопок в едином масштабе 1:20, остальных углубленных объектов – в масштабе 1:10. Планиграфическое распределение находок выполнено в ПО Surfer и CorelDraw.