

А.Г. Вдовин, В.В. Носкевич
Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург,
agvd@bk.ru, ubistu@gmail.com

Методика неразрушающего геофизического исследования (на примере древнего рудника Шаншар)

Одно из главных мест в структуре горно-металлургических комплексов занимают горные выработки. Их изучение позволяет обратиться к вопросам воссоздания технологии добычи и первичного обогащения медной руды, определения объемов извлеченной рудной массы, количества полезного компонента и, в конечном итоге, рассчитать, сколько металла могло быть выплавлено в процессе металлургического передела.

В качестве объекта исследования был выбран древний рудник Шаншар на севере Актюбинской области республики Казахстан. Он был открыт в 1959 г. В.В. Родионовым и В.В. Потаповым, работавшими в составе Берчогурской геофизической экспедиции. В 2007 г. памятник обследовался Российско-Казахстанской комплексной экспедицией [Ткачев и др., 2011]. Рудник расположен в 65 км северо-восточнее г. Актобе, на левом берегу р. Шаншар, в 5 км от старой переправы через р. Жаксы-Каргала (Каргалинский район Актюбинской области). Ближайшими населенными пунктами являются пос. Косистек (Ленинский) в 10.7 км и зимовье Шаншарка (Чинар) в 1.5 км.

Рудопровление локализовано в юго-восточной части Кемпирсайского ультрабазитового массива, сложенного преимущественно серпентинитами. Тальк-карбонатные породы отмечены в меньшем количестве. Они слагают 1–5-метровые линзы и полосы в серпентинитах. В древности разрабатывалась зона окисления сульфидных руд в серпентинитах. Рудник врезан в восточный склон небольшой гряды. Древний карьер имеет прямоугольную форму, осложненную многочисленными современными горными выработками: шурфами, канавами, площадкой для буровой установки. Размер древней выработки составляет 5–7×20–25 м. Дно щелевидное, в значительной мере покрыто наносами и растительностью. Древний карьер с трех сторон, за исключением южного борта, обнесен отвалом. Ширина отвала в основании достигает 7–10 м, современная высота – 0.75–1.0 м. Отвал серповидной формы, вершины плоские, углы склонов крутые до 10–15°. В составе отвала преобладает щебнистая составляющая [Ткачев и др., 2013].

С целью определения рельефа дна и локализации места наиболее активной разработки карьера в период его эксплуатации на древнем руднике Шаншар были проведены геофизические работы. Необходимость этого определялась тем обстоятельством, что с течением времени борта древнего карьера сильно деформировались за счет природного и антропогенного воздействия.

Геофизические исследования включали градиентную магнитную съемку по сети 0.5×0.5 м с целью выявления современного железного мусора и картирования тальк-карбонатных пород, присутствующих на участке в виде жилы мощностью 5–7 м среди вмещающих сильномагнитных серпентинитов. Магнитная съемка выпол-

нялась в непрерывном режиме градиентометром SM-5 Navmag (Канада). Датчики градиентометра были расположены вертикально на высотах 0.3 и 2 м от поверхности земли и смонтированы на немагнитную подвижную платформу. Съёмка проводилась по заранее подготовленной сети наблюдений 0.5×0.5 м. Для того чтобы исключить погрешности, которые могут вносить оператор и регистрирующая аппаратура, все проходы выполнялись в одном направлении – с юга на север. Измерения записывались в блок памяти через 1 секунду.

Профильная георадарная съёмка выполнялась с целью определения глубины до коренных пород на дне карьера двумя антеннами с центральной частотой 400 МГц и 270 МГц. Для георадарной съёмки использовался георадар SIR-3000 (производство фирмы GSSI, США). Профили располагались через 2 м по современному дну карьера. Для определения скорости электромагнитных волн в исследуемой среде был пройден профиль длиной 15 м с двумя антеннами с центральной частотой 100 МГц.

На рис. 1 представлены результаты магнитной съёмки на исследуемом участке. На карте показано аномальное поле модуля полного вектора магнитной индукции между верхним и нижним датчиками. Большие значения аномального поля обусловлены наличием на участке серпентинитов. Линейная аномалия в северо-восточном направлении, возможно, связана с контактом с тальк-карбонатными породами. Сопоставление магнитной карты с геологическими данными показали, что центральный разведочный шурф, вскрывший контакт серпентинитов и тальк-карбонатных пород, совпадает с аномальным участком на магнитной карте.

Положение георадарных профилей также показано на рис. 1. На каждом профиле проводились измерения с двумя антеннами – 400 и 270 МГц. Для оценки скорости электромагнитных волн в изучаемой среде был проведен скоростной профиль I–II длиной 15 м по схеме общей глубинной точки, используемой в сейсморазведке.

На рис. 2 показаны разрезы профилей № 5–6 на обеих частотах. Слева показан исходный профиль, а справа – его интерактивная интерпретация. При анализе радарграмм были выделены следующие георадарные фации:

- 1) отражения приповерхностного почвенно-растительного слоя;
- 2) отражения в промежуточном слое, характеризуют грунты бортов карьера, деформированных за счет атмосферных осадков. Для этого слоя характерно высокое затухание электромагнитных волн;
- 3) отражения в коренных породах. Отличаются сильными синфазными отражениями из-за контраста диэлектрической проницаемости между границей коренных пород и грунтами промежуточного слоя;
- 4) отражения в коренных породах со смещением осей синфазности отраженных сигналов. Предположительно связаны с проходкой канавы во время эксплуатации рудника. Эти отражения отмечены на профилях 5–7 и не связаны по расположению с археологическим раскопом и геологическим шурфом.

Георадарная съёмка на двух частотах – 400 и 270 МГц – позволила выделить границу коренных пород и восстановить рельеф древнего рудника Шаншар. На дне карьера на георадарных профилях № 4–7 отмечаются следы возможной древней выработки, окончательную глубину которой определить не удалось из-за сильной увлажнённости пород, связанной с уровнем грунтовых вод.

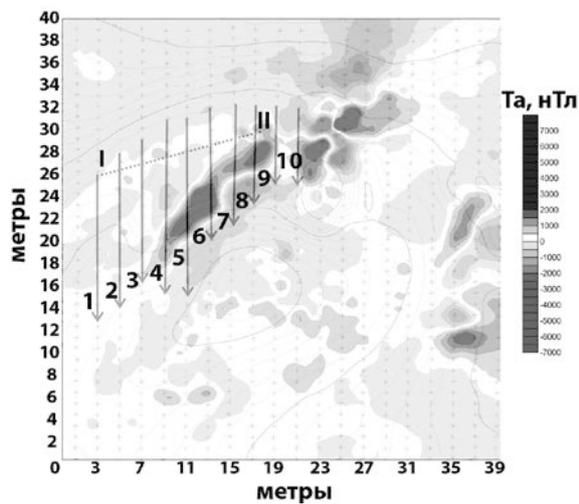


Рис. 1. Магнитная карта, совмещенная с геологической картой (черными стрелками показано расположение георадарных профилей)

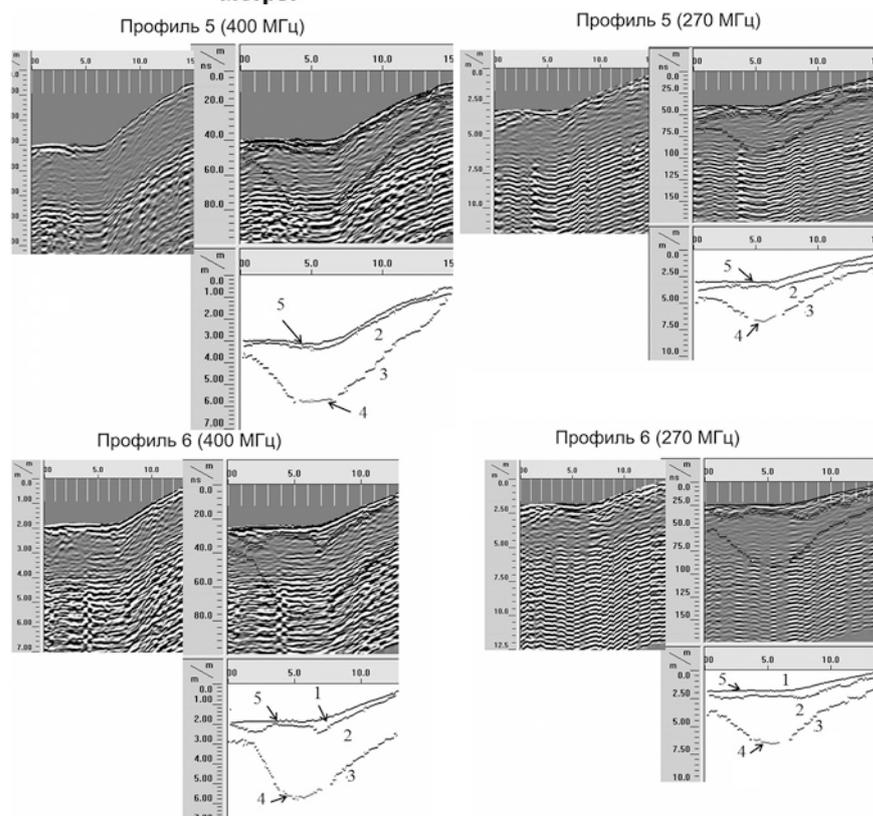


Рис. 2. Результаты интерпретации георадарных исследований древнего медного рудника Шаншар: 1 – верхний почвенный слой; 2 – промежуточный слой; 3 – коренные породы; 4 – остатки предполагаемой древней канавы; 5 – линия современной поверхности.

Неразрушающие геофизические методы исследования в полной мере продемонстрировали свою эффективность при изучении геоархеологических производственных объектов. Эта методика с учетом локальных особенностей древних выработок, обусловленных геологической позицией, технологией горнопроходческих работ и другими обстоятельствами, вполне может претендовать на роль универсального инструмента для получения достоверной информации о реальных параметрах и конфигурации древних рудников.

Авторы выражают благодарность Юминову А.М. и Ткачеву В.В. за помощь в проведении исследований.

Литература

Ткачев В.В., Бисембаев А.А., Юминов А.М., Коробков В.Ф., Петрова Л.Ю., Умрихин С.М., Фомичев А.В., Дуйсенгали М.Н, Мамедов А.М. Результаты геоархеологических исследований в Мугуджарах (Актюбинская область) в 2007-2008 гг. Отчет. 2011 // Архив АОИМК. Б/н.

Ткачев В.В., Байтлеу Д.А., Носкевич В.В., Юминов А.М., Бебнев А.С., Вдовин А.Г., Анкушев М.Н., Жалмаганбетов Ж.М. Междисциплинарные исследования древнего рудник Шаншар на севере Мугалжарского горно-металлургического центра эпохи поздней бронзы // Труды филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. Т. II. Астана: Издательская группа ФИА им. А.Х. Маргулана в г. Астана, 2013. С. 248–264.

А.И. Гусев¹, В.В. Зайков²

¹ – Алтайская государственная академия образования, г. Бийск,
anzerg@mai.ru

² – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс,
zaykov@mineralogy.ru

Древние рудники по добыче золота и серебра на Салаире и Алтае

В XVIII веке в регионе было выявлено большое число колчеданно-полиметаллических, золоторудных и медно-кобальтовых месторождений по следам древних разработок в виде оплывших карьеров, отвалов и скоплений шлаков. Среди них наиболее известны Змеиногорское, Черепановское, Золотушинское, на которых сульфидные залежи содержат серебро и золото. Подобная ситуация установлена на золоторудных месторождениях и проявлениях Салаира, Алтая и Тувы.

Схема размещения известных древних рудников по добыче золота и серебро-содержащих руд показана на рисунке, составленном с учетом исследований коллег и предшественниковна (рис.). Все упомянутые в тексте объекты открыты по древним горным выработкам.