

казали что два объекта имеют магнитные характеристики подобные горнам раннего железного века, а третий по свойствам ближе к шлакам из средневековых горнов.

Литература

Данилевская В.Э. Обнаружение нового железовосстановительного горна на памятнике «Курминское озеро – 1» (Приольхонье, западное Прибайкалье) // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 138–140.

Снопков С.В. Использование петрофизических методов в археологических исследованиях. // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН. 2016. С. 50–56.

Снопков С.В. Особенности технологии получения железа в Прибайкалье по результатам исследования древних железосиликатных шлаков. // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 154–157.

Харинский А.В., Снопков С.В. Производство железа населением Приольхонья в элгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

Д.А. Скрыпниченко¹, Ю.А. Давыденко¹, С.В. Снопков^{2,3}, А.В. Харинский¹

¹ФГУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет

²ГАУ ДО Иркутской области «Центр развития дополнительного образования детей»,

³ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет»

d.skrypnichenko@mail.ru

Опыт применения электромагнитных зондирований при исследовании средневековой стоянки «Черноруд-2» в урочище Бул-Дурун (Западное Прибайкалье)

Целью данного исследования являлась апробация электромагнитного сканера «Nemfis» на археологических объектах Приольхонья (Западное Прибайкалье). Метод электромагнитного индукционного частотного зондирования (ЧЭМЗ), реализованный в сканере Nemfis, предназначен для изучения пространственного распределения удельного электрического сопротивления (УЭС) до глубины 10 м. [Крылов, 2004] Опытные работы должны были оценить применимость частотного электромагнитного зондирования для картирования верхней части разреза при решении археологических задач в условиях высокоомного геологического разреза. Основной целью эксперимента было выделение эффекта от тонкого приповерхностного слоя четвертичных отложений на фоне низкопроводящих коренных пород.

Электромагнитный сканер «Nemfis» представляет собой трехкатушечный зонд. Генераторный контур излучает электромагнитное поле на 14 частотах в диапазоне от 2.5 кГц до 250 кГц. Сканер «Nemfis» является автономным устройством с внутренним источником питания и постоянным запоминающим устройством. Общая длина зонда в рабочем состоянии 2.75 м. Масса прибора не превышает 10 кг. Управление осуществляется с переносного компьютера или смартфона. Среднее время одного зондирования на всех 14 частотах составляет около 2 сек. Каждое измерение происходит в два этапа: сначала производится измерение прямого поля от генератора (для определения тока), затем измеряется вторичное поле. Максимальная чувствительность зонда сканера находится в области низкого УЭС (0.01–1 Ом*м), что позволяет эффективно выделять проводящие объекты в высокоомной вмещающей среде. Несмотря на то, что данный метод (по заявлению разработчиков) предназначен для исследования геологического разреза на глубину до 10 м, опыт использования сканера на высоко-

омных разрезах Прибайкалья показывает, что реальная глубина исследования не превышает 4–5 м [Давыденко, 2018].

В геологическом отношении Приольхонье относится к Ольхонскому метаморфическому террейну Центрально-Азиатского складчатого пояса. Ольхонский террейн располагается в центральной части западного побережья оз. Байкал и с северо-запада примыкает к краевому выступу фундамента Сибирского кратона. Террейн объединяет три тектонические пластины, сложенные метаморфическими комплексами, состоящими из различных гнейсов, кристаллических сланцев основного состава и амфиболитов, мраморов, силикатно-карбонатных пород с включениями кварцитов. Состав амфиболитов позволяет относить их к реликтам океанической коры окраинных морей. Метаморфизм пород террейна варьирует от гранулитовой до эпидот-амфиболитовой фации. Возраст гранулитового метаморфизма оценивается значениями около 500 млн лет, а более позднего амфиболитового – 460–470 млн лет. [Байкаловедение, 2012] Четвертичные отложения представлены песками, супесью, суглинком с дресвой и щебнем.

Исследования проводились летом 2017 г. в урочище Бул-Дурун вблизи студенческой базы практик ИРНИТУ «Черноруд» (с. Шара-Тогот, Ольхонский район, Иркутская обл.) (рис. 1). Участок проведения опытных работ в урочище Бул-Дурун располагается на территории средневековой стоянки. В урочище выявлено более десятка искусственных каменных выкладок (предположительно, культовые сооружения), древний водоводный канал. В северной части площади работ были обнаружены фрагменты железовосстановительного горна (XIII–XIV вв. н.э.).

Детальная съемка с шагом 1×1 м была выполнена на участке площадью 100×40 м, на территории известной средневековой стоянки. По данным площадной съемки был проведен регрессионный анализ с помощью программы GeliosSMI-64. Регрессионный анализ минимизировал фоновый эффект от коренных горных пород и выделил приповерхностные аномалии, в том числе и от археологических объектов (рис. 2).

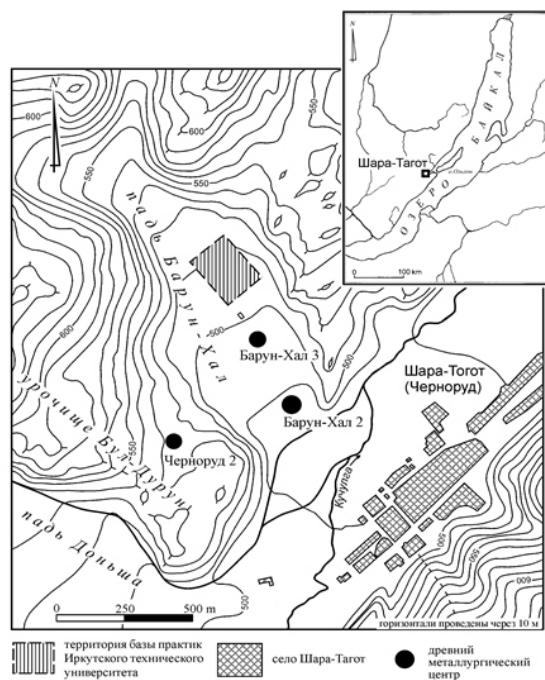


Рис. 1. Ситуационный план исследуемого участка

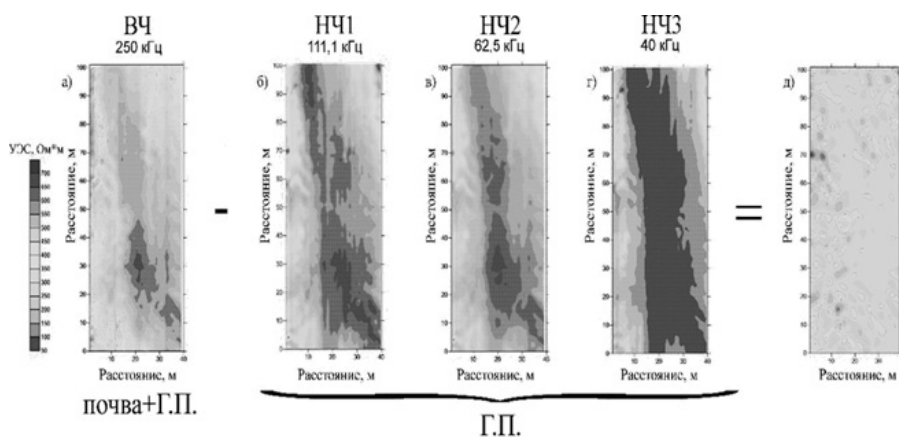


Рис. 2. Результаты площадной съемки УЭС для частот: 250 кГц (а), 111,1 кГц (б), 62,5 кГц (в), 40 кГц (г) и регрессионного анализа данных (д).

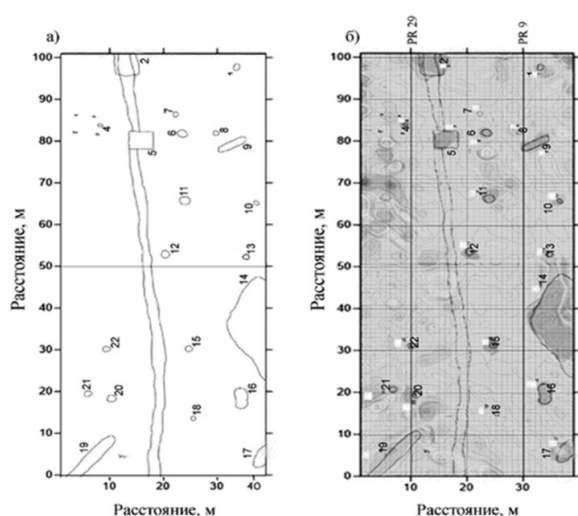


Рис. 3. Результаты исследований: а) схема расположения геологических и археологических объектов; б) карта сопротивлений.

По результатам интерпретации результатов частотного электромагнитного зондирования были построены геоэлектрические разрезы и карты на глубину до 2.5 м (развертка по глубине в данном случае носит весьма условный характер).

Под поверхностным слоем, представленным относительно низкоомными суглинками, мощность которых не превышает 0.5 м, находятся метаморфические горные породы ольхонской серии с УЭС от 500 до 2000 Ом*м (см. рис. 2).

Выделенный эффект от приповерхностного слоя характеризуется УЭС от 50 до 700 Ом*м. В центре участка наблюдается область понижения сопротивления, обусловленная увеличением мощности четвертичных отложений (рис. 3).

На фоне 100–200 Ом*м (четвертичные отложения) выделяется ряд контрастных локальных аномалий (до 700 Ом*м), соответствующих как выходящим на дневную поверхность коренным горным породам, так и археологическим объектам (см. рис. 3). Часть археологи-

ческих объектов, выделяющихся аномалиями в поле УЭС, является каменными выкладками (визуально наблюдаемым). Другая часть, предположительно связанная с сырдутными горами, представляет наибольший интерес [Снопков, Харинский, 2012; Снопков, 2016]. Тем более, эти аномалии совпадают с аномалиями в магнитном поле. Интересно, что противопожарный ров, проходящий в центре изучаемой области, практически не проявился в распределении УЭС. Также представляет интерес ряд низкоомных объектов, природу которых следует ещё выяснить.

Таким образом, по результатам площадной съемки, выполненной электромагнитным сканером Nemfis на эталонном участке в урочище Бул-Дурун, выявлена возможность выделения слабо-контрастных аномалий, связанных со следами жизнедеятельности древних людей.

Литература

- Байкаловедение: в 2 кн. Новосибирск: Наука, 2012. Кн. 1. С. 378–379.
- Давыденко С.Ю. Опыт комплексного геофизического изучения памятников древней металлургии Приольхонья (Западное Прибайкалье). // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 140–143.
- Крылов С.С. Геоэлектрика: Поля искусственных источников. СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004. 135 с.
- Снопков С.В. Использование геофизических и геохимических методов при изучении памятников древней металлургии Приольхонья. // Вопросы Естествознания. № 4 (12), 2016. С. 99–102.
- Снопков С.В., Харинский А.В. Металлургические горы Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Мат. III Междунар. науч. конф. (Улан-Батор, 5–9 сентября 2012 г.). Улан-Батор: Изд-во Монг.гос.ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.

А.В. Ананьин

*Курганский государственный университет, г. Курган
wobas1999@gmail.com*

Применение GIS технологий в изучении памятников позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья (научный руководитель *И.К. Новиков*)

С каждым годом геоинформационные технологии все больше проникают в археологию, растёт количество работ, связанных с использованием различных методов GIS. GIS выступает в качестве инструмента для получения новой информации при исследовании памятника, или же их групп, необходимой для дальнейшего изучения.

Использование GIS технологий, в частности Q-gis (квантумгис), для исследования памятников позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья началось относительно недавно, но применяется успешно. Системы GIS позволяют обработать большой массив информационных данных, накопленный предшествующими исследователями, систематизировать их. Это, в дополнении с новыми материалами, позволяет более качественно реконструировать древнейшее прошлое, подвергнуть корректировке существующие концепции или подтвердить на более точном уровне уже имеющиеся теоретические выкладки, зачастую основанные на логике или догадках.