

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

XIII Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2017

Международная научная конференция

**НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ. ГОРНОЕ ДЕЛО.
НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА,
РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ЭКОНОМИКА.
ГЕОЭКОЛОГИЯ**

Т. 3

Сборник материалов

Новосибирск
СГУГиТ
2017

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, академик РАН,
директор Института нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

М. И. Энов

Доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, председатель Президиума
Кемеровского научного центра СО РАН, Кемерово; научный руководитель Института
нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

А. Э. Конторович

Кандидат технических наук, директор Института горного дела
им. Н. А. Чинакала СО РАН, Новосибирск

А. С. Кондратенко

Кандидат геолого-минералогических наук,
генеральный директор АО «СНИИГГиМС», Новосибирск

А. С. Ефимов

Начальник департамента по недропользованию по Сибирскому федеральному
округу Федерального агентства по недропользованию «Роснедра», Новосибирск

А. И. Неволько

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр., 17–21 апреля
2017 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное
дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторожде-
ний полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т.
Т. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 239 с.

ISBN 978-5-906948-28-1 (т. 3)

ISBN 978-5-906948-25-0

ISBN 978-5-906948-11-3

В сборнике опубликованы материалы XIII Международного научного конгресса
«Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017», представленные на Международной научной конферен-
ции «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и раз-
работки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 622

ISBN 978-5-906948-28-1 (т. 3)

ISBN 978-5-906948-25-0

ISBN 978-5-906948-11-3

© СГУГиТ, 2017

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДИЩА УСТЬ-ВОЙКАРСКОЕ В 2013–2014 гг.

Александр Николаевич Шейн

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоэлектрики, тел. (383)330-41-22, e-mail: SheinAN@ipgg.sbras.ru

Юрий Николаевич Гаркуша

Институт археологии и этнографии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, научный сотрудник, e-mail: garkusha@archaeology.nsc.ru

Приводятся результаты геофизических исследований археологического памятника приполярной зоны Западной Сибири – городища Усть-Войкарское (Шурышкарский р-н, ЯНАО). Основным геофизическим методом исследования была электротомография. В комплексе также использовались магнитная съемка и георадиолокация. Проведенные исследования позволили выявить перспективные для археологических работ участки площади памятника и уточнить его структуру.

Ключевые слова: археогеофизика, электротомография, георадиолокация, городище Усть-Войкарское, Север Западной Сибири.

GEOPHYSICAL RESEARCH OF VOYKAR SETTLEMENT IN 2013–2014 YEARS

Alexandr N. Shein

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Ph. D., Research Scientist, tel. (383)333-41-22, e-mail: SheinAN@ipgg.sbras.ru

Yuriy N. Garkusha

Institute of Archaeology and Ethnography (IAET) SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 17 Lavrentiev Prospect, Ph. D., Research Scientist, e-mail: garkusha@archaeology.nsc.ru

The paper presents the results of geophysical investigations of the archaeological monument of the circumpolar zone of Western Siberia Ust-Voykarskoe settlement (Shuryshkarsky district, Yamal). The main geophysical research method is electrotomography. The complex also attends by magnetic survey and geopenetrating radar. Carried out investigations allows to find out perspective for archeological excavation and to clarify the structure of settlement.

Key words: archeogeophysic, electrotomography, geopenetrating radar, Ust-Voykarskoe settlement of Western Siberia.

В 2013–2014 гг. были проведены комплексные археоло-геофизические исследования памятника эпохи позднего средневековья – нового времени приполярной зоны Западной Сибири – городища Усть-Войкарское [2, 3], отождествляемого со времени его открытия с «остяцким» Войкарским городком, известным по письменным источникам с конца XVI в. [1]. Памятник расположен на левобе-

режье р. Горная Обь (Шурышкарский р-н ЯНАО), в окрестности с. Усть-Войкары, к СВ от него. Наиболее его заметным ландшафтным объектом является холм, на котором и проводились исследования. Он вытянут по линии СЮ на расстояние около 100 м при ширине у подножия около 50 м. Верхняя площадка длиной около 60 м и шириной 15–20 м. Высота на востоке 8–9 м, на западе – 5 м.

Перед проведением геофизических работ структура культурных слоев была известна. Отдельные раскопы достигали глубины 2 м; культурные слои были сложены главным образом из накопленных органических отложений: обломков древесины, щепы и других остатков деревообработки, в которых прослеживались локальные участки со следами пожарищ. Не исключено, что образование данного холма во многом связано с накоплением этих отложений. В этих слоях находились руины деревянных построек разной степени сохранности. В плане они образовывали достаточно плотную застройку. Отложения находились в мерзлом состоянии; мерзлота фиксировалась с глубины около 40 см от поверхности.

Геофизическими исследованиями была охвачена площадь 82x70 м, включающая холм с раскопами (законсервированными и действующими) и прилегающие к нему участки памятника. На момент проведения работ доля участков со вскрытыми слоями была незначительна.

При выборе методов проведения геофизических работ было допущено, что окружающая архитектурные объекты мерзлота и породы (на не вскрытых площадях) должны быть не загрязнены органикой. В связи с этим было сделано предположение, что вмещающая среда отличается по удельному электрическому сопротивлению (УЭС) от целевых объектов памятника (т. е. непосредственно строений). Поэтому был сделан выбор в пользу электротомографии (ЭТ) как основного метода исследований. Также была применена георадиолокация, которая при рекогносцировочных измерениях показала, что этот метод можно считать перспективным на археологическом памятнике такого типа. Еще один использованный метод – магнитная съемка, с помощью которой предполагалось обнаружение очагов, которые могут быть признаками построек, в том числе с низкой степенью сохранности.

При работе методом ЭТ использовалась многоэлектродная аппаратура «СКАЛА 48» (ИНГГ СО РАН, ООО «КБ Электростроения», г. Новосибирск). Межэлектродное расстояние было выбрано 1 м, что позволяет достичь глубины 6–8 м установкой Шлюмберже, которая была выбрана на данном объекте. Такую глубину можно считать оптимальной, и измерения, проведенные на раскопанных участках, подтвердили это. Профили длиной 71 м состояли из трех кос (по 24 электрода) и располагались вдоль поперечной оси холма, ориентированные с запада на восток с шагом 2 м (всего 35 профилей). Фактически границы измерений были удалены на 6–8 м от подножия холма, что было необходимо для достижения нужной глубинности по всей исследуемой площади.

Кроме того, проводились дополнительные измерения по продольным профилям по направлению СЮ, которые пересекали как действующие, так и законсервированные раскопы. Данные измерения были необходимы для выявления особенностей геоэлектрического разреза над известными объектами. На

рис. 1 приведен один из таких тестовых профилей (22 м), который представляет двумерное распределение УЭС, полученное по результатам 2D-инверсии данных ЭТ. Профиль 22 м пересекал старые раскопы, а также площадь, вскрытую после проведения геофизических исследований (раскопы 2015–2016 гг.). На разрезе видно, что в месте раскопа 2013 года, во-первых, совсем отсутствует верхний непроводящий слой, во-вторых, проводящий слой (продуктивный) меньше. Можно сделать вывод, что целевым слоем будет считаться именно проводящий слой. На разрезе он маркирован пунктирной изолинией, которая соответствует величине УЭС 18 Ом·м.

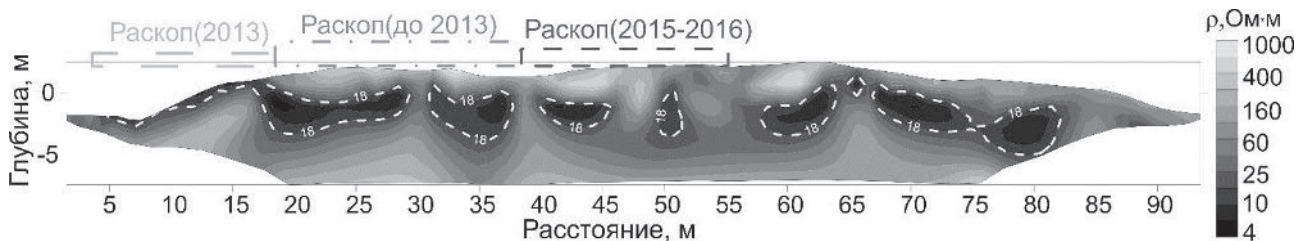


Рис. 1. Геоэлектрический разрез по профилю 22 м.
Пунктирами обозначена изолиния 18 Ом·м,
которая маркирует продуктивный слой

Низкое сопротивление продуктивного горизонта скорее всего связано с указанной особенностью культурных слоев – мерзлые структуры из органических отложений в сочетании с продуктами горения. Эта особенность и отличает его от верхнего слоя, где почва более сухая, поэтому с большим сопротивлением. Внизу же начинается более чистая мерзлота, которая так же, как и сверху, имеет высокое сопротивление. Сделанные предположения подтверждаются еще на ряде профилей.

Рассмотрение отдельных разрезов не дает общей картины, так как исследуемый объект имеет сложное трехмерное строение. Ввиду этого после проведения двумерного анализа и определения продуктивного слоя была выполнена трехмерная инверсия данных ЭТ, которая позволила получить объемные геоэлектрические модели. Для такой модели были построены трехмерные изоповерхности для сопротивления 20 и 18 Ом·м (рис. 2).

На рисунке выделяются две линейные проводящие структуры. Как мы убедились на двумерном разрезе (рис. 1), продуктивный слой можно выделить изолинией 18 Ом·м. Поэтому изоповерхности, полученные в результате построения трехмерной картины распределения УЭС можно отнести к продуктивным аномалиям. Но кроме двух выделенных структур появляется еще одна на восточном краю площади, захватывающей пойменный участок. Она залегает глубже и вне зоны распространения указанных культурных слоев. Скорее всего это таликовая зона, которая образовалась в результате таяния мерзлых отложе-

ний (вследствие большего прогревания восточного склона холма) и подтопления этой территории при сезонном половодье.

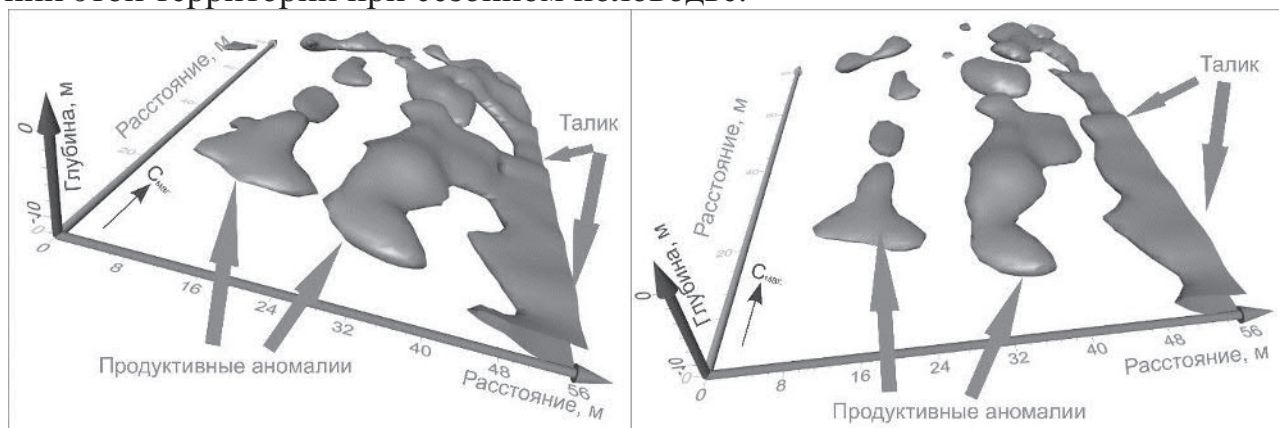


Рис. 2. Изоповерхности, построенные в результате трехмерной инверсии данных электротомографии для УЭС 20 Ом·м и 18 Ом·м

Другим вариантом анализа трехмерных моделей является рассмотрение геоэлектрических карт-срезов по глубине. На глубине 2 м хорошо выделяются проводящие аномалии (рис. 3, а), вытянутые с ЮЗ на СВ (как это и было выше, в случае изоповерхностей). Анализ таких срезов позволил установить верхнюю и нижнюю границы выделенных линейных аномалий: от 1 до 3 м. Причем аномальные зоны, маркирующие местоположения строений, группируются в 2 узкие (7–10 м) линейные структуры, расположенные параллельно друг другу. Тем самым подтверждается предположение о продуктивности проводящего слоя. Наложение на геоэлектрические карты-срезы мест расположения раскопанных построек показывает: все основные строения ложатся в выделенные зоны. Можно предположить, что выявленным линейным структурам соответствуют уличная планировка поселения, примененная на определенном этапе его развития, состоящая из двух рядов домов.

В дополнение к ЭТ в границах обозначенной площади были проведены георадиолокационные исследования. Сеть измерений состояла из параллельных профилей, ориентированных по направлению ЗВ, с шагом 1 м. При исследованиях применялся георадар серии ОКО-2 (ООО «Логические системы», Россия) с антенным блоком центральной частоты 250 МГц (глубинность – 7–8 м, разрешающая способность – 0,25–0,5 м). Перемещение прибора по профилям осуществлялось волоком. Пройденное расстояние фиксировалось с помощью датчика перемещения.

По результатам измерений были построены карты амплитуд отраженного электромагнитного сигнала на разных временах, что соответствует разным глубинам. Как и в случае применения ЭТ, выделяются две линейные области. В отличие от ЭТ, линейные области не маркируются так точно, но очевидно направление этих областей и деление их на две части (рис. 3, б).

Магнитная съемка, которая проводилась ядерно-прецессионным (протонным) магнитометром GSM-19 фирмы Gem System (Канада), не дала ожидаемого результата: очажные конструкции городка выделить не удалось. Это может быть связано с отсутствием вариационной станции, что ухудшает точность измерений, либо очаги были слабомагнитными.

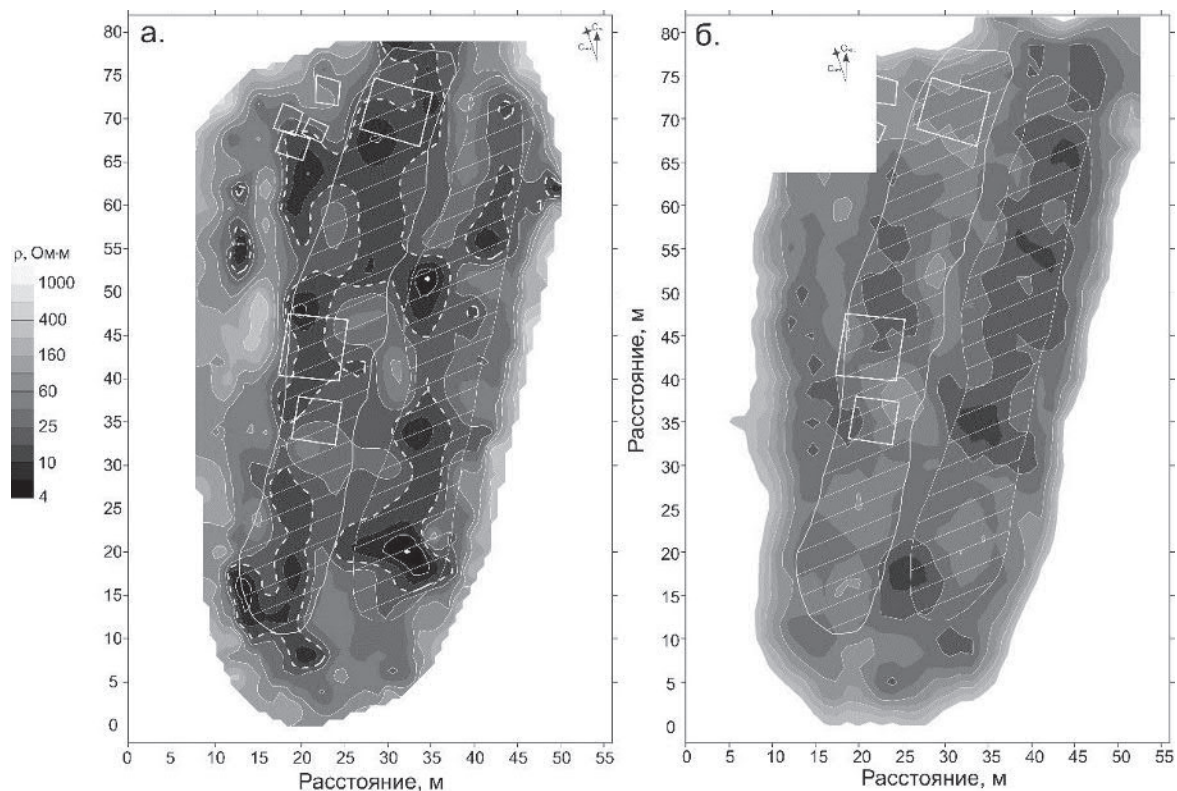


Рис. 3. Геоэлектрический срез по глубине 3 м (ЭТ) (а); карты амплитуд отраженного электромагнитного сигнала на глубине 2,5 м (антенна георадар 250 МГц) (б). Белые сплошные линии – постройки, исследованные в 2013–2016 гг.; заштрихованные контуры – проводящие аномалии; пунктирами обозначена изолиния 18 Ом·м

В итоге можно сделать следующие выводы:

- электротомография позволила выделить линейные проводящие структуры, которые, по нашему предположению, соответствуют улице с двумя рядами домов;

- магнитная съемка и георадиолакация не выявили аномалий, связанных с отдельными строениями, но подтвердили сделанные в результате трехмерной инверсии ЭТ наблюдения о наличии двух линейных аномальных зон, размещенных вдоль продольной оси холма, по направлению ЮЗ-СВ;

- в качестве возможного повышения результативности геофизических работ на археологических объектах с подобным типом культурного слоя реко-

мендуется в ЭТ использовать еще более мелкий шаг, а в магниторазведке – использование базовой станции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брусницына А.Г. Городище Усть-Войкарское. Начало изучения // Угры: мат-лы VI Сиб. Симпозиума «Культурное наследие народов Западной Сибири». – Тобольск, 2003. – С. 45–52.

2. Новиков А.В., Гаркуша Ю.Н., Шеин А.Н. Археолого-геофизические исследования Войкарского городка в 2013 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2013. – Т. XIX. – С. 305–309.

3. Новиков А.В., Гаркуша Ю.Н., Шеин А.Н. Продолжение археолого-геофизических исследований Войкарского городка в 2014 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2014. – Т. XX. – С. 251–254.

© А. Н. Шеин, Ю. Н. Гаркуша, 2017