

УДК 550.839, 930.26

О СТРОЕНИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЧАСТИ СОПКИ ПРИЦЕЛЬНАЯ ПО ДАННЫМ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Рылов Е.С., Алексеева С.А.

Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга

Научный руководитель: к.г.-м.н. Делемень И.Ф.

Выполнено георадарное картирование сопки Прицельная (северо-западное окончание Петропавловского горста). Интерпретация данных георадарной съёмки позволила сделать вывод о полигенном происхождении террасы. Получены данные о строении выявленной здесь стоянки, относящейся к тарьинской культуре. Получены сведения о частичном разрушении археологического памятника в его северной части из-за проведения здесь земляных работ военной частью в середине прошлого столетия.

Ключевые слова: археологический памятник, георадар.

Введение

Стоянки, относящиеся к южно-камчатской группе археологических памятников тарьинской культуры позднего неолита Камчатки (которая в этническом отношении рассматривается как древнеительменная), достаточно широко распространены на побережье Авачинской губы. Такие стоянки были обнаружены на берегу бухты Тарья, на Мишенной сопке, а также на левом берегу р. Авачи у южной окраины г. Елизово [4].

В секторе неолита Института археологии и этнографии СО РАН хранится небольшая, но выразительная археологическая коллекция с берегов Авачинской бухты, которая была передана Л.С. Троицким, который служил на Камчатке [2]. По сообщению Л.С. Троицкого, подъемные сборы проводились в северной части бухты на участке между морским побережьем и берегом одного из прибрежных озер, на террасе высотой 15–16 м. Хотя эта привязка достаточно четко указывает на участок берега Авачинской губы у поселка Авача, однако вплоть до последнего времени конкретное местоположение стоянки не было известно.

В 2009 г. в одном из шурфов, пройденных у южного подножия сопки Прицельная для изучения разреза осадочных отложений, покрывающих поверхность террасы высотой 15–16 м,¹ на глубине 75 см был обнаружен наконечник стрелы из черного блестящего обсидиана. На склонах же сопки и на её плоской вершинной поверхности в шурфах, пройденных на глубину до 2 м, отмечалась интенсивная пропитка рыхлых отложений органикой (культурный слой). Тем самым удалось идентифицировать местоположение стоянки, обнаруженной Л.С. Троицким.

Сразу же после получения первых сведений о наличии проходки шурфов была прекращена, а для изучения строения чехла рыхлых отложений был проведён комплекс рекогносцировочных исследований методом георадиолокации [7], т.к. данный вид исследований не приводит к нарушению почвенного разреза и рельефа. В беседах с местными жителями удалось установить, что во второй половине прошлого века (более точное время пока неизвестно) одной из военных частей на вершинной поверхности сопки было отрыто несколько окопов. Вероятно, именно тогда Л.С. Троицким и была обнаружена стоянка.

Известно, что представители тарьинской строили большие (глубиной до 80 см и около 10 м в поперечнике) полуземлянки четырехугольной (с закругленными углами) в плане формы, внутри которых располагалось несколько очагов. По внешнему виду и конструктивным особенностям эти полуземлянки напоминают известные по этнографическим данным жилища ительменов [2]. Сопоставимые по размерам мультдообразные понижения были выявлены в строении чехла рыхлых отложений при предварительных георадарных исследованиях 2009 г. Однако следует учесть, что такие понижения могут быть не остатками полуземлянок древних ительменов, а вызваны новейшими нарушениями верхних 2-х метров разреза рыхлых отложений при рытье окопов военными. По этим причинам основ-

¹ При проведении полевой учебной геологической практики студентами КамГУ им. Витуса Беринга под руководством к.г.-м.н. И.Ф. Делеменя.

ное внимание при проведении георадарных исследований 2010 г. было уделено критериям отличия ненарушенного культурного слоя от участков, где он подвергся перекопке и существенно нарушен.

Краткая геолого-геоморфологическая характеристика сопки Прицельная

Сопка Прицельная расположена на побережье Авачинской бухты, в 200 м к западу от устья р. Авача. Абсолютная высота сопки – 41,68 м, относительная – 22 м. В плане она имеет овальную форму и вытянута в субширотном направлении (длина её по изолинии 20 м составляет ~ 40 м при ширине ~ 20 м). Все склоны, за исключением южного (обращенного к акватории бухты), сглажены и имеют выпуклый вертикальный профиль. Южный склон сопки подвержен интенсивным абразионным процессам, что привело к формированию здесь берегового обрыва (клифа) высотой до 40 м и протяженностью около 50 м. Береговые обрывы сложены скальными породами (метаморфизованные песчаники и алевролиты предположительно мелового возраста). У подножия сопки наблюдается налегание на скальные породы мелового возраста верхнее-плейстоценовых обвальновзрывных отложений, образовавшихся при формировании соммы Авачинского вулкана. Эти отложения слагают холмисто-западинную равнину, над которой возвышается сопка.

Вершинная поверхность сопки выровненная, пологая, с уклоном ~ 4° к северу. Склоны и вершинная поверхность сопки покрыты маломощным (от 1 до 2 м) чехлом рыхлых отложений различного происхождения.

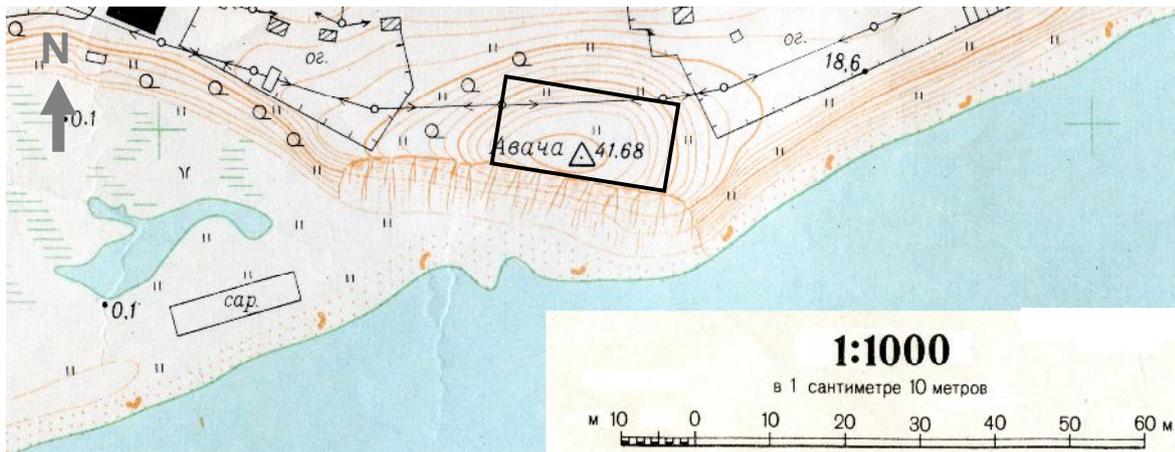


Рис. 1. Территория района работ (выделена прямоугольником)

Методика исследований

Метод георадиолокации основан на свойстве радиоволн отражаться от границ раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью. Использование отраженных электромагнитных волн для изучения геологического строения разреза в георадиолокации во многом напоминает использование отраженных упругих волн в одноканальной модификации сейсморазведки методом отраженных волн (МОВ). Не случайно, поэтому, при обработке георадиолокационных сигналов используются алгоритмы и программы, разработанные ранее для сейсморазведки МОВ [3, 5].

Метод георадиолокации отличается универсальностью, позволяющая использовать георадары для решения задач в геологии, транспортном строительстве, промышленном и гражданском строительстве, экологии, археологии, оборонной промышленности и т.д. В геологии георадар применяются для решения следующих задач:

1. картирование геологических структур – восстановление геометрии относительно протяженных границ, поверхности коренных пород под рыхлыми осадками, уровня грунтовых вод, границ между слоями с различной степенью водонасыщения, поиск месторождений строительных материалов;

2. определение свойств различных отложений по скорости распространения электромагнитных волн, опираясь на связь этих свойств с диэлектрической проницаемостью пород;
3. определение толщины ледяного покрова;
4. определение мощности водяного слоя и картирование поддонных отложений;
5. определение мощности зоны сезонного промерзания или оттаивания, картирование границ мерзлых и талых пород.

В данном случае при изучении выявленного памятника методы георадиолокации можно применить для картирования строения мутьдообразных понижений в местах возможного расположения полуземлянок ительменов, а также для отслеживания границ и мощности культурного слоя.



Рис. 2. Намеченные георадарные профили

Площадное картирование разреза отложений на участке расположения стоянки было выполнено по 3 субширотным профилям длиной 40 – 45

м, и по ортогональным к ним 3 субмеридиональным профилям длиной 35 – 40 м.

С учетом уклона рельефа вершинной поверхности сопки и расположения котловин на сопке, были выбраны 6 профилей для проведения радарной съёмки (рис. 2). Для исследований использовался георадар «ОКО» (НИИ Приборостроения им. В.В. Тихомирова) с антенным блоком АБ-250 с центральной частотой 250 МГц (разрешающая способность 0,25м). Во время проведения работ по георадиолокации были применены следующие параметры:

- Количество точек по глубине – 511.
- Накопление – 20.
- Шаг – 200 мм.
- Количество точек по профилю – 2000.
- Сдвиг – 8-9.
- Развертка по глубине – 200 нс.
- Скорость прохождения профиля – 1,2 км/ч.

По данным описания шурфов, культурный слой представлен отложениями черного и темно-серого цвета за счет обильной пропитки их органикой. Рыхлые отложения представлены маломощной (2-4 м) толщиной, залегающих на цокольной морской террасе, выработанной в скальном массиве сопки Прицельная. Отложения представлены галечниками, которые выше по разрезу сменяются делювиальными галечно-щебенистыми песками, а сверху повсеместно вскрываются пепловые отложения почвенно-пирокластического чехла. Судя по контрастности разреза, изначально можно было допустить, что различия в составе слоёв (в том числе культурного), проявятся на радарограммах. Это вызвано тем, что диэлектрическая проницаемость культурного слоя составляет $\sim 6,0 - 7,4$, тогда как диэлектрическая проницаемость непропитанных органикой пеплов почвенно-пирокластического чехла и песчаных отложений с гравием и галькой, а

также дезинтегрированных пород скального основания в зоне элювия составляет $\sim 5,3 - 5,5$. В случае большой водонасыщенности этих отложений значения диэлектрической проницаемости возрастают до $\sim 20 - 25$.

Результаты исследований

В результате проведения работ было получено всего 6 радарограмм по 6 профилям. На всех полученных радарограммах четко прослеживаются 3 границы. Сопоставление радарограмм с разрезами, вскрытыми в шурфах [7], позволяет рассматривать первую границу как подошву верхней части разреза почвенно-пирокластического чехла, представленную горизонтами кислой пироклаستيки (слой 1 на радарограммах). Мощность слоя составляет $0,4 - 0,6$ м. В этой части разреза на радарограммах хорошо прослеживаются три транзитных горизонта кислой пироклаستيки – верхний горизонт кислого пемзового песка извержения вулкана Ксудач 1907 г., средний - липаритовый пемзовый песок с гравием и лапилли извержения Бараньего амфитеатра в кальдере Опала (возраст ~ 1490 лет), и нижний - липарито-дацитовый пемзовый песок с гравием и лапилли извержения вулкана Ходутка (возраст ~ 1860 лет) [1].

Эта особенность разреза позволяет определить верхнюю возрастную границу стоянки в 1860 ± 60 лет. При этом пеплы с тефрохронологическим возрастом $3530 \pm 70 - 4010 \pm 70$ лет, подстилаемые двумя горизонтами транзитной тефры TR_1 и TR_2 , подверглись пропитке органикой. Следовательно, время появления стоянки – не ранее 3530 г. Эти оценки хорошо согласуются с известными радиоуглеродными определениями возраста принадлежащих к тарьинской культуре стоянок Елизово (3900 ± 100 лет), Авачинской стоянки (2990 ± 100 лет) и стоянки Култук (2440 ± 290 лет) [4].

Вторая граница соответствует подошве культурного слоя. Мощность культурного слоя (слой 2 на радарограммах) меняется от 0,5 до 1,5 м.

В археологии под культурным слоем понимается слой земли на месте бывшего в прошлом поселения человека, сохраняющий следы деятельности людей. В нашем случае под культурным слоем будем называть нижняя часть (ниже «ходуткинских» пемзовых песков) почвенно-пирокластического чехла, пропитанная органикой. В жилищах представителей тарьинской культуры на земляном полу обычно располагалось несколько очагов. За многие годы существования поселения почва под такими полуземлянками пропитывалась органикой на значительную глубину, чему способствовали макропористое строение пепловых отложений почвенно-пирокластического чехла. Поэтому в первичном понимании термина к культурному слою можно отнести лишь верхнюю часть пропитанного органикой почвенно-пирокластического чехла. Однако с учетом того, что по мере удаления от полуземлянки (особенно от очагов) содержание органики и мощность зоны пропитки грунта органикой уменьшается, то сведения об интенсивности изменения диэлектрической проницаемости слоя и его мощности могут дать сведения о наиболее вероятном местоположении жилищ.

Природа третьей границы (кровля слоя 3 на радарограммах) не совсем ясна, т.к. её интерпретация затруднена из-за отсутствия обнажений. На данном этапе исследований можно с уверенностью утверждать лишь о том, что данная граница является градиентной, т.к. на ней происходит скачок значений диэлектрической проницаемости. Вероятно, эта граница может рассматриваться как палеоповерхность, на которой располагались жилища.

Четвертая граница прослеживается на всех профилях, и отделяет подошву слоя 3 от нижележащего скального массива.

Так как культурный слой обильно пропитан органикой, то он (из-за контрастности его диэлектрических свойств по сравнению со смежными

слоями) хорошо отбивается на радарограммах. Мощность культурного слоя на радарограммах колеблется в пределах от 30 см до 1,5 метра. На радарограммах заметно, что наибольшая мощность культурного слоя отмечается в центральной части вершинной поверхности, тогда как к её бровке отмечается выклинивание либо существенное уменьшение мощности слоя (профили 1, 5 и 6). Это позволяет сделать вывод о том, что в пределах пологой центральной части вершинной поверхности располагалась одна большая (длиной 15-20 м при ширине 10-15 м) полуземлянка, либо же (что более вероятно) несколько небольших, но близко расположенных друг от друга.

Следует отметить, что места земляных работ на участках расположения окопов проявлены на радарограммах иначе. Они представляют собой небольшие (диаметром 5-8 м) углубления, причем на одном и том же месте они заметны как в рельефе слоя 2, так и в рельефе слоя 3. В одних случаях, как на профиле 2 (рис 4), углубление проявлено также в кровле слоя 2 и в рельефе земной поверхности в виде округлой западины. В других же случаях, как на профиле 1 (рис 3), в рельефе кровли слоя 2 и на земной поверхности здесь хорошо заметен холм. Такие участки на радарограммах соответствуют местам проведения земляных работ во второй половине прошлого века. Вероятно, окопы отрывались на глубину 2,2 – 2,3 м. Впоследствии окоп на профиле 1 был засыпан вынутым при его отрывке грунтом, а затем на поверхности образовался почвенно-дерновый слой. Окоп же на профиле 2 не засыпался, однако вследствие естественно осыпания и сползания материала стенок его днище заполнилось переотложенным материалом слоя 2, а затем на поверхности образовался почвенно-дерновый слой.

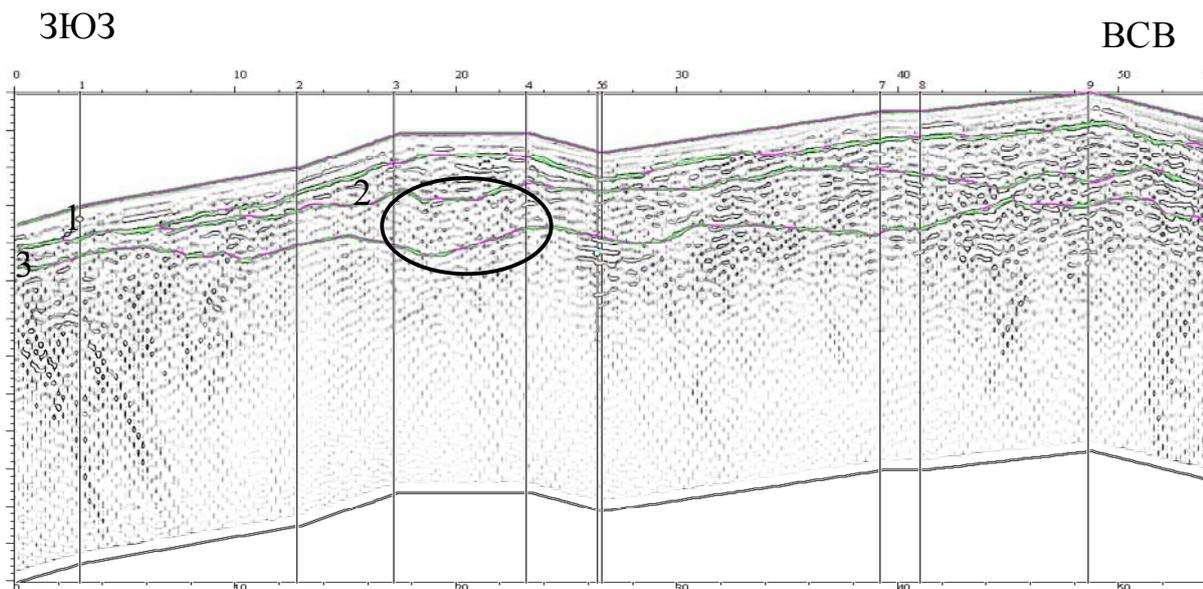


Рис.3. Радарограмма по профилю 1.
 Цифрами на радарограмме отмечены слои, выделенные при обработке.
 Овалом выделено днище окопа, выкопанного военными,
 а затем засыпанного при его рекультивации.

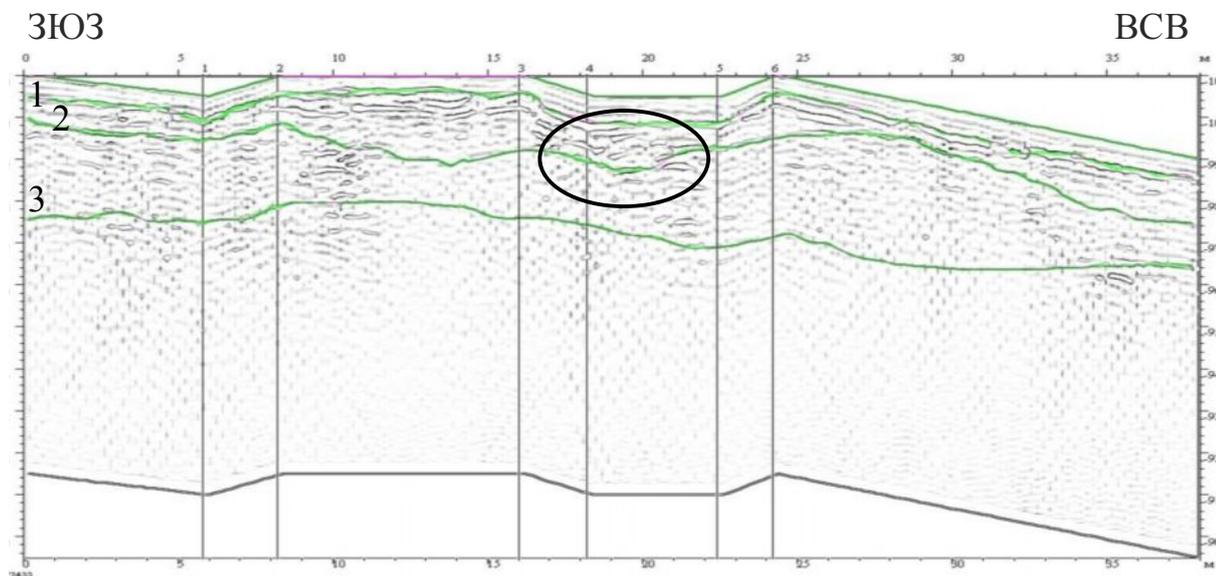


Рис.4. Радарограмма по профилю 2.
 Цифрами на радарограмме отмечены слои, выделенные при обработке.
 Овалом выделено днище окопа, впоследствии перекрытое осыпавшимся
 и сползшим вниз материалом, слагавшим его стенки.

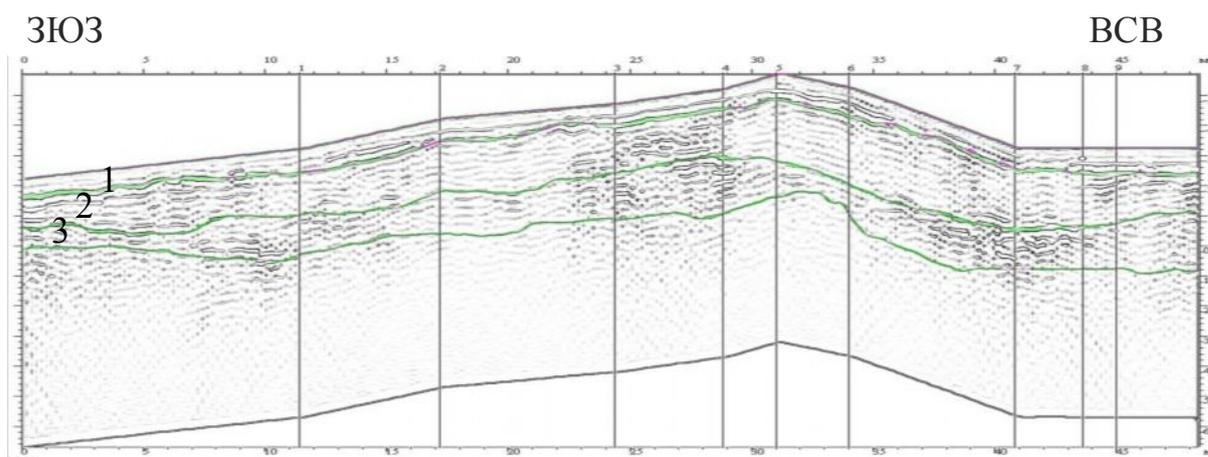


Рис. 5. Радарограмма по профилю 3.
Цифрами на радарограмме отмечены слои, выделенные при обработке.

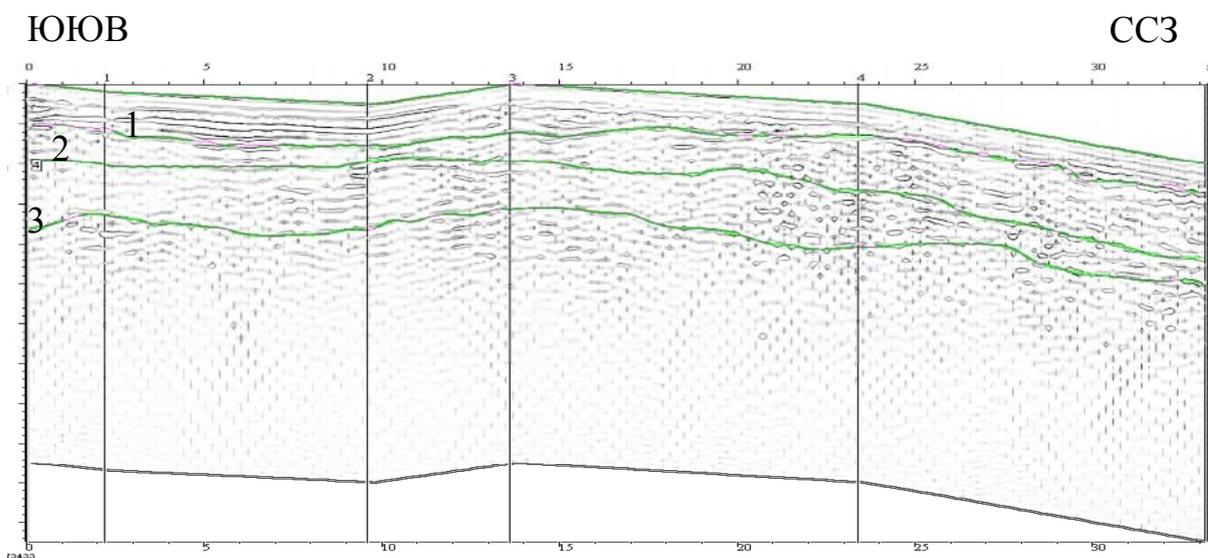


Рис. 6. Радарограмма по профилю 4.
Цифрами на радарограмме отмечены слои, выделенные при обработке.

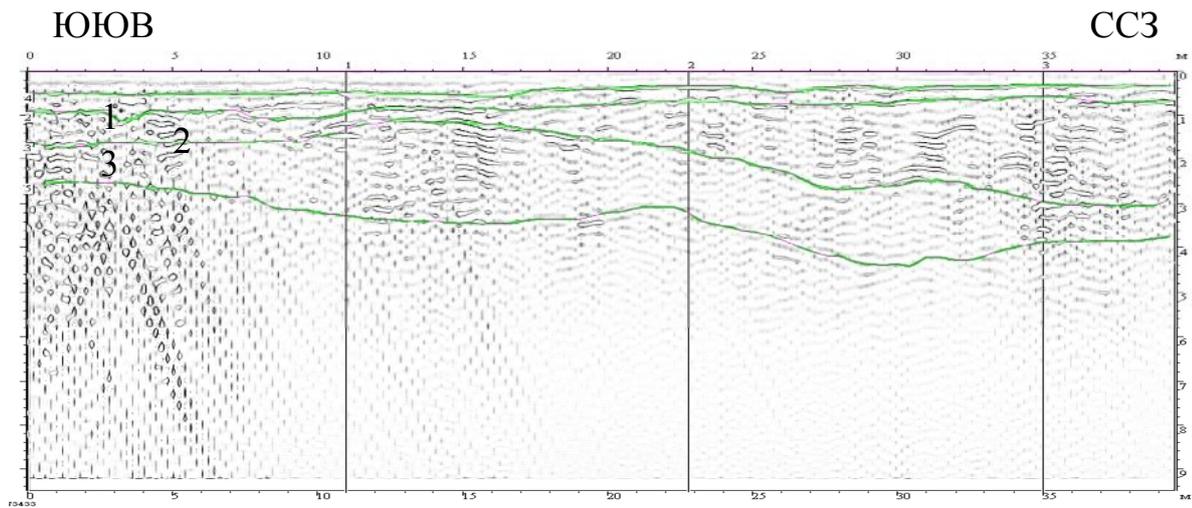


Рис. 7. Радарограмма по профилю 5.
Цифрами на радарограмме отмечены слои, выделенные при обработке.

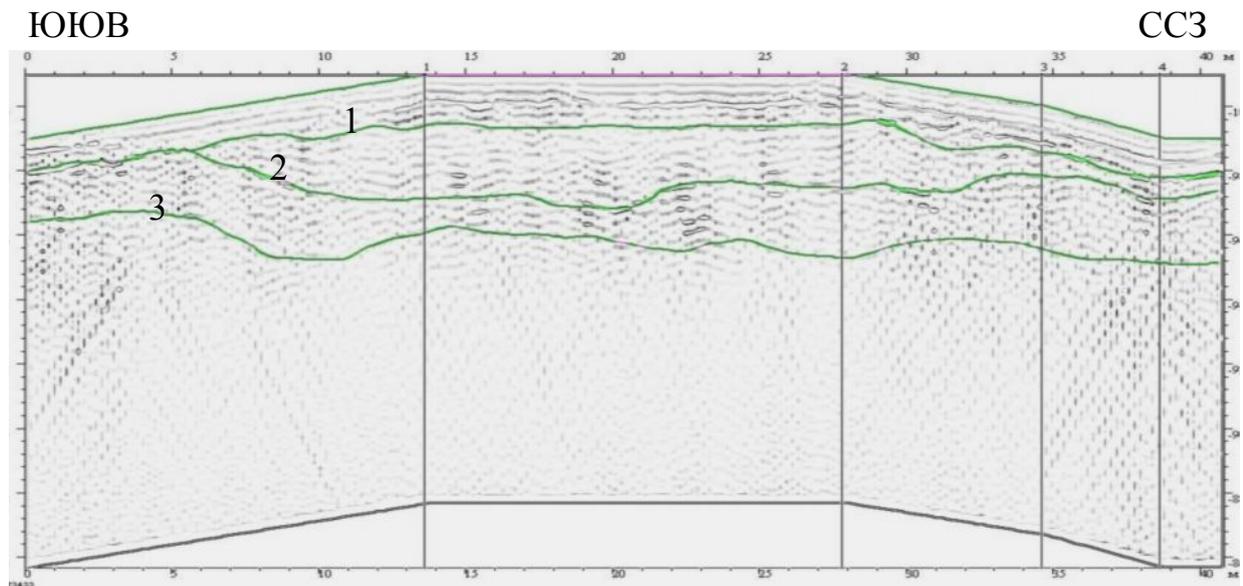


Рис. 8. Радарограмма по профилю 6.
Цифрами на радарограмме отмечены слои, выделенные при обработке.

Заключение

Обосновано предположение, что хранящаяся в Институте археологии и этнографии СО РАН археологическая коллекция с берегов Авачинской бухты, была собрана Л.С. Троицким на территории неолитического стойбища, расположенного у южного подножия и на вершинной поверхности сопки Прицельная. По данным георадарных исследований сделан вывод о том, что на плоской вершинной поверхности сопки Прицельная (а) могло располагаться одно или несколько близко расположенных жилищ представителей тарьинской культуры. Авторы полагают, что территория стойбища должна получить статус археологического памятника.

Выражаем признательность И.Ф. Делемену и И.Л. Гольдфарбу за консультации и поддержку. Работа выполнена по программе и при финансовой поддержке проекта ПЕРК (№ Moore0910-08).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В., Базанова Л.И., Сулерджицкий Л.Д.* Сильные и катастрофические эксплозивные извержения на Камчатке за последние 10 тыс. лет // Сб. Вулканизм и геодинамика. Петропавловск-Камчатский. 2001. С. 232 - 252.
2. *Васильевский Р.С.* Новая археологическая коллекция с побережья Авачинской бухты, Камчатка // Гуманитарные науки в Сибири. 1998. №3. http://www.philosophy.nsc.ru/journals/humscience/3_98/02_VASIL.HTM
3. *Владов М.Л., Старовойтов А.В.* Введение в георадиолокацию. М.: изд-во МГУ, 2004. 153с.
4. *Диков Н.Н.* Древние культуры Северо-Восточной Азии. М., 1979. 352 с.
5. *Старовойтов А.В.* Интерпретация данных георадиолокационных наблюдений . М.: изд-во МГУ, 2008. 192с
6. Рекомендации по проведению георадиолокационных измерений для решения геологических задач. ООО «Логические системы» 2008 г.

7. *Рылов Е.С.* Первые результаты исследований археологического памятника на сопке Прицельная (г. Петропавловск-Камчатский) с использованием георадара // Материалы IX региональной молодежной конференции «Природная среда Камчатки». 12-13 апреля 2010 г. Петропавловск-Камчатский: Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. 2010. С. 15 – 24.
8. Техническое описание и инструкция по эксплуатации георадара ОКО. ООО «Логические системы» 2007г. 74 с.

ON THE STRUCTURE OF THE SURFACE OF SOPKA
IN-WHOLE OF THIS GPR

Rylov E.S., Alekseeva S.A.

Kamchatka Vitus Bering State University, Petropavlovsk-Kamchatsky

Done Georadar mapping hills Sighting (north-west end of the Peter and Paul horst). Interpretation of the data georadar shooting in made it possible to conclude that polygenic origin terraces. The data on the structure revealed here parking related to tarinskoy culture. Received information about the partial destruction of archaeological sites in the northern part because of this excavation military unit in the middle of last century.

Key words: archeological site, georadar.