

БАЙКАЛЬСКИЙ РЕГИОН

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

ТЕЗИСЫ

Третий научный семинар «Геоархеологические исследования и информационные технологии: перспективы развития»

28 декабря 2020 г.

Проект № 075–15–2019–866

"Байкальская Сибирь в каменном веке: на перекрестке миров"
грант Правительства РФ

Широкомасштабные охранные раскопки как исследовательское пространство для использования цифровых технологий (на примере геоархеологического объекта Мальта-Мост 3)

Липнина Е. А., Абрашина М. Е., Лохов Д. Н., Бердников И. М.

Геоархеологический объект Мальта-Мост 3 расположен в Усольском районе Иркутской области в 500 метрах от г. Усолье-Сибирское в северо-западном направлении. Общая площадь территории объекта составляет 211 583 м². Научно-исследовательские работы, запланированные на 2020 год, были выполнены в объеме 20 608,1 м². За период работ было найдено более 8 800 единиц археологического материала (по номерам), среди которых 44 крупных скопления продуктов расщепления камня. Массовый в количественном представительстве археологический материал фиксирован в 1, 2, 3 и 6 уровнях. В настоящее время идентифицировано более 450 единиц орудий и более 1800 единиц фаунистических остатков.

В ходе работ, для полной фиксации полевых работы были использованы такие методы, как фотофиксация, тахеометрическая съемка, обработка данных с помощью картографического и геодезического ПО, а также аэрофотосъемка и фотограмметрия, 3D моделирование цифровых моделей местности (ЦММ) и рельефа.

С помощью серии фотоснимков производилась фиксация стратиграфических разрезов, нарушений, археологического материала в слое (не относимый к категории массового), процесса при археологических работах, а также материала, прошедшего процедуру камеральной обработки.

Тахеометрическая съемка также производилась с самого начала работ. Вынос в натуру координатной сетки раскопа, нивелировка поверхности, съемка координат артефактов на объекте Мальта-Мост 3 были осуществлены тахеометром Nikon NPL 362. Весь участок площадью более 20 тыс. кв м был разбит на пикеты 5 на 20 м, образующий координатную сетку, которая была ориентирована по линии северо-восток – юго-запад. Основными функциям тахеометра, необходимые для разметки территории в нашем случае, являлись измерение расстояния и ориентировка прибора по углам. Фиксация находок и различных объектов, обнаруживаемых при работах велась в трех измерениях, что гарантирует надежность сохранности и точность фиксируемых данных, преобразуя их в цифровой формат данных. Все данные конвертировались с памяти тахеометра в единый файл. После конвертации данных тахеометра с помощью программы GeoTerminal (или аналогичной) все полученные в ходе полевых работы координаты заносятся в таблицу Excel. На основе имеющихся таблиц с координатами было осуществлено построение двумерных планов распределения находок с помощью картографической программы Surfer, обрабатываемые в дальнейшем векторными графическими редакторами – Adobe Illustrator или CorelDRAW.

При помощи квадрокоптера DJI Phantom 4 pro были сделаны общие виды местности и проведена фотограмметрическая съемка участка исследований. Съемка проводилась в три этапа: 22 мая до начала работ, 24 июля и 18 октября. Ортофотоплан и цифровая модель местности были построены в программе Agisoft Metashape Professional 1.5.5. На плане до начала работ четко видна площадь карьерной выработки. Перепад высот наклонной поверхности между юго-западной и юго-восточной границами раскопа составляет не менее 10 м.

Список литературы

Прокопец С. Д., Белов Д. М. Современные способы фиксации археологических объектов в полевых условиях // Мультидисциплинарные исследования в археологии. – №2. – 2018. – С. 94–102.

Опыт геофизических и фотограмметрических исследований на неолитическом могильнике Ярки

Бердников И. М., Щетников А. А., Филинов И. А., Соколова Н. Б., Крутикова К. А.

Могильник Ярки, открытый в 1957 г. П. П. Хороших, расположен в 2,5 км на северо-запад от современного устья р. Китой, на невысокой 5–6-метровой террасе левого приустьевого участка высохшей протоки. В результате раскопок П. П. Хороших на площади 45 м² здесь было обнаружено уникальное «сидячее» китойское погребение с интересным инвентарем, который включал орудия охоты и рыболовства, украшения, а также каменную рыбку-приманку и костяную скульптурку головы лося [Хороших, 1979]. В том же году, по поручению А. П. Окладникова на могильнике провел раскопки Г. А. Максименков, который на площади 300 м² обнаружил 6 китойских захоронений [Окладников, 1974, с. 58–61]. Позднее на территории Ярков и Китойского могильника, расположенного неподалеку, проводили рекогносцировочные работы А. П. Окладников, Г. М. Георгиевская, Н. А. Савельев и В. И. Базалийский.

В 2017 г. И. М. Бердников и Н. Б. Соколова в результате осмотра территории могильника приблизительно в 30 м на северо-запад от места раскопок, в колее проселочной дороги, обнаружили экспонированные фрагменты человеческих костей. Среди определимых были правая тазовая, левая бедренная, правая ладьевидная стопы, фаланга и плюсневая кости.

В 2019 г. на могильнике Ярки нами проведены первые рекогносцировочные работы, которые включали геофизические исследования. При съемке использовался радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) Око-2 и антенный блок АБ-150М с частотой 150 МГц. Участок исследований выбирался с учетом охвата максимальной площади могильника, включая раскопы и место находки антропологического материала. Было заложено 6 профилей общей протяженностью 400 м. На обработанных радарограммах четко фиксируется верхний слой мощностью около 4 м с диэлектрической проницаемостью 6, что соответствует распространенным на полигоне песчаным и супесчаным отложениям, ниже залегает предположительно толща валунно-галечных (?) отложений, нижняя граница которой не определяется. В процессе дешифрирования радарограмм были выявлены участки с аномалиями среды, диэлектрические свойства которых указывают на наличие искусственных нарушений, часть которых может быть связана с погребениями. Данные аномалии отмечены на радарограммах красными прямоугольниками.

Результаты предварительных работ на территории могильника Ярки показали перспективность их продолжения, вследствие чего в 2020 г. было решено провести дополнительные исследования. На участке, где были сделаны находки 2017 г., снова обнаружены человеческие кости – фаланга и два неопределимых фрагмента. На первом этапе в прирвовочной части террасы, выходящей к р. Ангаре, были установлены два репера, привязанные к урезу реки. Затем при помощи электронного тахеометра Stonex, кольев и шпата была проведена разметка площади. Координатная сетка X-Y была привязана к реперам. На поверхности размеченного участка, размерами 35×50 м и ориентированного по длинной оси на северо-восток, через каждый метр были взяты относительные высотные отметки. Для геофизических изысканий использовался георадар Око-2 и два новых антенных блока, приобретенных за счет средств мегагранта, – АБ-250М (250 МГц) и АБ-700М (700 МГц) с разрешающей способностью 0,25 м и 0,1 м соответственно. Съемка велась в границах размеченной площади по направлению от р. Ангары вдоль профилей длиной 35, ориентированных по линии СЗ–ЮВ. Каждой антенной пройден 51 профиль общей протяженностью 1785 м.

Обработка результатов и визуализация измерений проводилась в программе «GeoScan 32» при помощи набора стандартных функций [Владов, Старовойтов, 2004],

также была выполнена функция поправка за рельеф. После дешифрирования на радарограммах хорошо выделяются границы раздела слоев различных генетических типов отложений. На профиле № 16 выявлено несколько участков с аномалиями, расположенных на 8-м, 12-м, 20-м метрах и в интервале с 25 по 29 метр. Наибольший интерес представляет участок на 26 метре, где четко наблюдается объект на глубине от 0,5 до 1,0 м, с большой долей вероятности являющийся погребением.

При помощи квадрокоптера DJI Phantom 4 pro были сделаны общие виды местности и проведена фотограмметрическая съемка участка, на котором расположен могильник. В результате анализа цифровой модели местности, построенной в программе Agisoft Metashape Professional 1.5.5, четко выявлен участок, на котором проводились раскопки в 1957 г. В частности, хорошо читается северо-западная граница раскопа и/или отвалов. На этом же участке хорошо видны четыре более поздние рекогносцировочные выработки.

В результате исследований, проведенных на территории могильника Ярки в 2020 г. выявлены старые археологические выработки и ряд аномалий, которые могут быть связаны с еще не изученными погребальными комплексами. В целях верификации полученных данных необходимо проведение археологических раскопок на ограниченной площади, в первую очередь на участке, где были обнаружены человеческие останки, а также на профиле № 16.

Список литературы

Хороших П. П. Неолитические погребения на р. Ангаре в местности Ярки // Изв. СО АН СССР. Сер. общественных наук. 1979. № 6, вып. 2. С. 83–88.

Окладников А. П. Неолитические памятники Ангары. От Щукино до Бурети. Наука, 1974. 319 с.

Владов М. Л., Старовойтов А. В. Введение в георадиолокацию. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 153 с.

Новые данные по геоархеологическим объектам Предбайкалья

Щетников А.А., Филинов И.А., Бердникова Н.Е., Бердников И.М.

Изучение осадочных летописей позднего квартера в целях реконструкции региональных изменений климата и природной среды в контексте их глобальных вариаций является актуальным направлением современных исследований в науках о Земле и человеке. Особое место в таких исследованиях занимает анализ взаимосвязей между изменениями климата и развитием социокультур древнего человека, его адаптивной реакции на глобальные изменения климата. Окружающая среда и различные природные катаклизмы являются ведущими факторами развития человеческой культуры, определяя разнообразие форм адаптаций и адаптивных откликов. Реконструкция климатических изменений прошлого и их возможного влияния на динамику миграций древнего человека, культурные традиции и стратегии выживания остается одной из принципиальных задач геоархеологических исследований в Байкальском регионе.

В 2020 г. нами выполнено мультидисциплинарное исследование ряда важных геоархеологических местонахождений Верхнего Приангарья и Верхоленья. В том числе были изучены разрезы Сухая Падь. Китойский Мост и Очаул.

Разрез Сухая Падь расположен на территории Буретской позднепалеолитической стоянки и вскрывает комплекс верхнеплейстоцен-голоценовых (МИС 3 - МИС 1) осадков склонового ряда с заключенными в них погребенными горизонтами почв. Данный разрез является наиболее полной и высокого разрешения стратиграфической последовательностью отложений Буретского геоархеологического полигона. Получены первые радиоуглеродные датировки отложений разреза. Для характеристики вещественного состава отложений разреза проведены петрохимические исследования. На основании комплекса данных составлена модель изменения климатических условий седиментогенеза. Также было выполнено петромагнитное изучение отложений разреза, которое показало наличие типичной осадочной магнитной текстуры, что говорит о спокойной обстановке осадконакопления и отсутствии значительных перерывов. Палеомагнитный анализ позволил выявить в отложениях разреза Сухая Падь экскурс геомагнитного поля «Моно Лейк».

Разрез Китойский Мост расположен в низовьях р.Китой. В 2019 г. в сартанских отложениях (МИС 2) данного разреза нами был обнаружен культуросодержащий горизонт. В отчетный период для общей характеристики отложений проведен анализ распределения по разрезу основных литохимических индикаторов. Также, в целях проведения палеоклиматических реконструкций изучено распределение по разрезу ряда геохимических показателей. Получены новые AMS 14C датировки. Все это позволило выполнить геохимическую корреляцию разреза Китойский Мост с расположенным в 1,5 км выше по течению р.Китой опорным разрезом верхнего плейстоцена Усть-Одинский, в котором в 2019 г. также был обнаружен и охарактеризован культуросодержащий горизонт, но более раннего, каргинского (МИС 3), возраста. Таким образом, разрезы Китойский Мост и Усть-Одинский могут рассматриваться в качестве единого многослойного палеолитического местонахождения.

Подведены итоги первого этапа комплексных исследований донных отложений оз. Очаул, расположенного на территории Предбайкалья. Получена новая, высокого временного разрешения и надежно датированная спорово-пыльцевая запись из отложений озера Очаул. На ее основе выполнена детальная реконструкция динамики растительности и климата региона в интервале 13500–4000 кал. л. н. Проведен сравнительный палеогеографический анализ полученных данных с опубликованными ранее палинологическими записями из разреза донных отложений оз. Котокель, а также с глобальными климатическими записями.

Система обработки больших данных «Виртуальный геоархеологический репозиторий Байкальской Сибири»

Фереферов Е.С., Ветров А.А., Бердникова Н.Е.

В рамках автоматизации археологических исследований разработан «Виртуальный геоархеологический репозиторий Байкальской Сибири». Архитектура репозитория представлена на рисунке 1. Предполагается два режима взаимодействия с репозиторием: полнофункциональный (закрытый) только для сотрудников НИЦ «Байкальский регион» и общий (презентационный) для широкого круга исследователей.

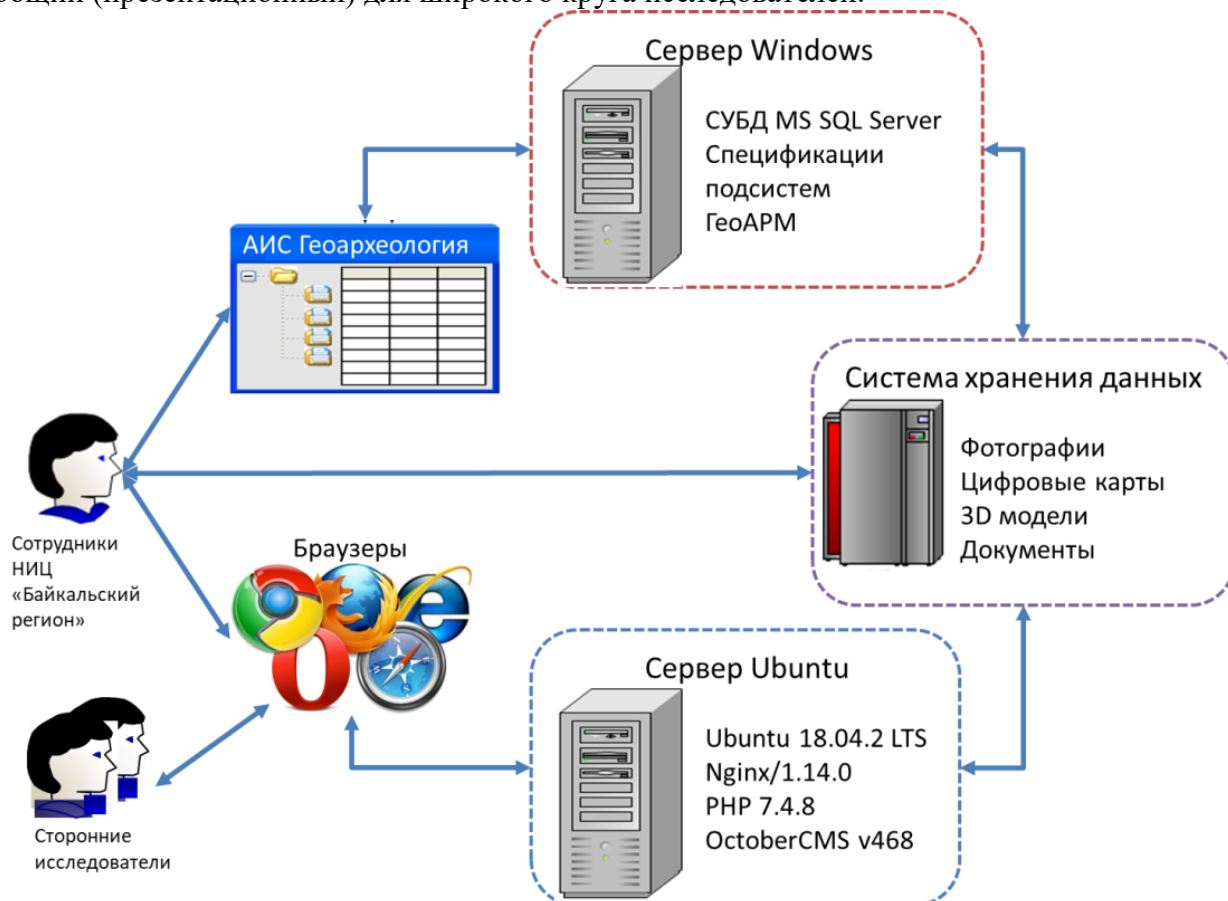


Рис.1 Архитектура виртуального геоархеологического репозитория Байкальской Сибири

На сервере под управлением ОС Windows Server развернута основная полнофункциональная часть репозитория, в состав которого входят базы данных и подсистемы АИС «Геоархеология» под управлением СУБД MS SQL Server, спецификации подсистем и инструментальная система «ГеоАРМ». Надежность хранения данных достигается за счет зеркалирования баз данных и файлов репозитория в сетевую систему хранения данных (СХД) QNAP TS-832PX-4G с общим объемом накопителей 64 Тб. На сервере под управлением Ubuntu развернут web-портал с ГИС-функциональностью, предназначенный для презентации законченных результатов исследований (доступных для широкого круга исследователей).

Для повышения скорости создания и гибкости сопровождения подсистем АИС «Геоархеология» использован подход к разработке ИС, ориентированный на модель, содержащую достаточную информацию для автоматического создания пользовательских интерфейсов приложений БД, обеспечивающих поддержку выполнения CRUD-функций, построения запросов и взаимодействия с пространственными данными (ПД). В качестве средства хранения и представления моделей приложений БД используются декларативные спецификации [1,2], которые обеспечивают достаточно детальное и в то же время

компактное описание необходимых элементов подсистем. Представление моделей приложений в виде спецификаций позволяет поддерживать модульную разработку ИС – интегрировать и комбинировать готовые спецификации приложений при разработке новых. Готовые спецификации могут быть использованы для автоматического создания как настольных (Desktop), так и web-систем.

Разработанная АИС «Геоархеология» предоставляет пользователям доступ к тематическим, картографическим, фотографическим базам данных, а также инструментам построения запросов, визуализации и анализа данных. Инструментальная система ГеоАРМ поддерживает взаимодействие с внешними подсистемами, что позволяет расширять функциональность приложений без изменения кода самой системы. Через эту возможность мы реализовали поддержку хранения и представления 3D-моделей объектов. Сами модели исследователи получают с 3D-сканеров или создают на основе методов фотограмметрии в известных системах моделирования (например, Agisoft [3], Meshmixer [4]). Наша система поддерживает работу с открытым форматом описания геометрии - obj. Визуализация 3D моделей ландшафтов и археологических находок реализована путем вызова внешних систем (в данном случае браузера). При этом для визуализации 3D-моделей объектов использована библиотека Tree.js [5].

Разработанная в рамках проекта система обработки больших объемов данных «Виртуальный геоархеологический депозитарий Байкальской Сибири» является ядром информационной поддержки геоархеологических исследований. Депозитарий состоит из связанных между собой наборов гибких баз данных, обеспеченных надежным резервным хранилищем и высокоскоростным многопользовательским доступом.

Список литературы

Фереферов Е.С., Бычков И.В., Хмельнов А.Е. Технология разработки приложений баз данных на основе декларативных спецификаций // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19, № 5. С. 85–100.

Bychkov I.V., Hmelnov A.E., Fereferov E.S., Rugnikov G.M., Gachenko A.S. Methods and tools for automation of development of information systems using specifications of database applications // Proc. of the 3rd Russian-Pacific Conf. on Computer Technology and Applications (RPC 2018). 2018. DOI: 10.1109/RPC.2018.8482170

Agisoft Metashape URL: <https://www.agisoft.com/> (дата обращения: 25.08.2019)

Meshmixer. URL: <http://www.meshmixer.com/> (дата обращения: 16.08.2019)

Tree.js – JavaScript 3D library URL: <https://threejs.org/> (дата обращения: 19.08.2019)