

Э. А. Кекеев
(научный сотрудник, КалмНЦ РАН)

**Применение электронных аппаратов и методов
гео-информационных систем (ГИС) в полевых работах
археологической экспедиции КалмНЦ РАН***

DOI: 10.22162/2587-6503-2018-4-8-76-83

* Исследование проведено в рамках государственной субсидии — проект «Волго-маньчские степи на перекрестке цивилизаций» (№ госрегистрации: АААА-А17-117030910094-3)

В последние десятилетия инструментарий полевой работы при археологических исследованиях заметно изменился. Применение компьютеров и современных технологий в сборе, хранении и обработке информации существенно ускорило работу исследователя, сделало ее удобнее и качественнее, но в тоже время усложнилась работа с полученной информацией. Если заранее не знать и не учитывать возможные ошибки, которые могут возникнуть при применении современных технологий, возможны ситуации потери или искажения данных об изучаемом объекте. В таком случае исследование памятника может превратиться в простое его разрушение. При организации и проведении исследований с применением современных технологий требуется подготовка к работе с файловой системой, и необходимо заранее, зная все минусы и плюсы применяемых технологий, продумывать методику сбора, хранения и обработки информации.

В данном исследовании рассмотрено изменение методики полевой работы археолога, охватывающей электронную методику фиксации. Новое в данной методике можно разделить на две группы: приборы, используемые для полевой фиксации, и программы, с помощью которых осуществляется обработка полученной информации.

Нужно сказать, что рассматриваемые приборы и программы не были созданы именно для археологических работ, но благодаря широкому диапазону возможностей, изначально заложенному при разработке данных технологий, они уже более десятилетия с успехом применяются в археологических исследованиях. Конечно, нельзя выделить какой-то один прибор или метод, благодаря которым полевая работа сделала шаг вперед в качестве и в скорости; современные технологии нужно рассматривать в комплексе, и ни в коем случае нельзя

говорить о том, что миллиметровая бумага и компас ушли в прошлое. Только при использовании всех необходимых и доступных методик (классических и современных) можно проводить полевые научные работы на высоком методическом уровне.

Применение фотофиксации в полевых археологических работах берет свое начало вместе с распространением портативных фотоаппаратов, но с появлением цифровых фотокамер данный прибор позволил сделать качественный скачок. Благодаря тому, что теперь снимок отображается на дисплее фотокамеры и нет необходимости производить его печать на фотобумаге, проверку качества фотографии стало возможно проводить непосредственно в момент проведения фотосъемки, что исключило возможный брак фотоснимка.

Еще одним неотъемлемым инструментом современного исследователя «в поле» стал GPS-приемник. С развитием технологий геопозиционирования и последующей их доступностью стало возможно их применение в фиксации объектов при проведении археологических исследований. Но ввиду того, что погрешность геопозиционирования GPS-приемника, даже при идеальных погодных условиях, составляет 2–3 м, съемке могут подвергаться только объекты больших размеров, такие как курганные насыпи, поселения, городища и другие объекты, работа с информацией о которых ведется на картах и планах большого масштаба.

Что касается фиксации более мелких объектов, таких как находки внутри памятника (фрагменты керамики, фрагменты кремня, камни и др.), то в отношении тех объектов, которые располагаются внутри раскопа, погребения или шурфа, очень важна точность. Тут на помощь приходит тахеометр — геодезический инструмент для измерения расстояний (погрешность — менее 1 мм), горизонтальных и вертикальных углов. Хотя история применения данного прибора в отечественной полевой археологии насчитывает едва ли десятилетие, тахеометр, благодаря своим качествам, стал незаменимым в работе при проведении больших по объему, сжатых по срокам археологических полевых работ.

Методика электронной фиксации с помощью тахеометрической съемки при археологических исследованиях в Республике Калмыкия впервые применена в 2010 г. Данные работы были проведены в рамках совместного российско-германского проекта «Поселения в степи в преисторическое время и средневековье». Совместная экспедиция

Калмыцкого института гуманитарных исследований Российской академии наук (Россия) и Археологического Ландесамта земли Шлезвиг-Гольштейн (Германия) провела археологические разведки на древнем поселении «Ергенинское», которое находится в 2,5 км к западу от п. Ергенинский на берегу р. Кек Булук. Поселение было открыто в 2002 г. экспедицией под руководством М. А. Очир-Горяевой по наличию подъемного материала [Очир-Горяева 2003].

Еще до закладки разведочных шурфов была создана локальная система координат (ЛКС), установлены фиксирующие пункты (фикс-пункты, неподвижные точки) и определены примерные границы памятника. Одновременно с работой по исследованию объекта методом закладки разведочных шурфов, была проведена тахеометрическая съемка прилегающей местности. Мыс, на котором находится поселение, является одним из многих по течению реки, которые образовались в результате изгибов русла реки. Место расположения поселения интересно тем, что мыс довольно низкий и местность вокруг него поднимается наверх, образуя ложбину, тем самым защищая поселение от ветров. В то же время с мыса хорошо просматривается все побережье реки.

Мыс образован с западной стороны течением речки, делающей петлю на север, с восточной стороны — ныне сухим руслом ручья, шириной 2–3 км, который заполняется водой весной или заболачивается. Ручей обрамляет полуостров в виде полукруга с восточной и — частично — с южной стороны. Таким образом, получается небольшой полуостров, примерная его площадь — 4 га [Очир-Горяева, Кекеев и др. 2011].

Тахеометрической съемкой была охвачена северная часть полуострова площадью 2,5 га, от берега р. Шар Элсин до границы перехода речной долины в возвышенность. Выбор именно этого участка определялся тем, что южный участок полуострова больше заливается водой во время весеннего половодья и поэтому культурный слой поселения мог быть нарушен. Кроме того, именно в северной части полуострова, прилегающего к проселочной дороге, было собрано наибольшее количество подъемного материала. До начала тахеометрической съемки были выбраны три фикс-пункта в центре полуострова, которые идентифицировались нами как нулевые отметки локальной системы координат (ЛСК): любая точка, снятая тахеометром, привязывалась к данным нулевым отметкам и автоматически входила в векторный

(точечный) слой гео-информационной системы (ГИС) «Поселение Ергенинское».

Обработка, шифровка и хранение данных производилась на портативном компьютере (ноутбук Lenovo SL510), кроме того, производилось ежедневное копирование данных на внешние носители — во избежание их потери. При тахеометрической съемке аппаратом запись ведется по нескольким позициям, основными из которых являются: имя точки и ее координаты (долгота по X, широта по Y и высота по Z). Основным форматом экспортируемых данных являются файлы в формате .txt, который представляет собой текстовый файл с минимальным размером в КБ, что позволяет одновременно работать с большим количеством точек. Обработка информации производилась в программе Quantum GIS, данная программа является бесплатной и по некоторым параметрам не уступает своим платным «собратьям» (ArcGIS, MapINFO и др.). В процессе обработки информации из векторного (точечного) слоя были получены растровые слои, которые уже сохранялись в форматах .sbn, .dbf, .sbx, .shp, .shx. Работа с данными форматами возможна только в программах семейства Quantum GIS.

В процессе создания данной ГИС были сняты более 3 000 точек на поверхности и несколько сотен точек в разведочных шурфах. Все замеры создали векторный слой, по которому получилась карта местности, состоящая из точек измерений. Числовые данные точек с помощью инструментов «Интерполяция», «Изолинии» и др. в программе Quantum GIS были переведены в растровый слой, который представлен в виде топографической карты, в виде изолиний, отражающих микрорельеф с указанием высот в ЛСК и цветовым обозначением высот рельефа (рис. 2). Перепад высот от среза воды до проселочной дороги составляет 2,2–2,3 м.

В задачи создания ГИС «Поселение Ергенинское» входит перевод созданной с помощью тахеометрической съемки местности локальной системы координат (ЛСК) в глобальную систему координат (ГСК), т. е. определение позиции участка на карте мира. С помощью ручного навигационного прибора GPS были определены географические координаты фиксирующих пунктов, после их введения в программу обработки стало возможным позиционировать карту поселения Ергенинское по географической долготы и широте и расположить ее на карте (рис. 1).

В процессе тахеометрической съемки производилась ежедневная проверка фикс-пунктов с помощью двух-трехкратной пересъемки данных неподвижных точек. Кроме этого, ежедневно в полдень в течение десяти дней производилась запись координат данных точек с помощью GPS-приемника. Эти данные использовались для того, чтобы не допустить возможные погрешности при съемке, а также в целях фиксации данной информации для последующей работы в данной ЛКС.

Важность фикс-пунктов нельзя преуменьшать — ведь, не зная их местоположения, невозможно вести съемку в ЛКС, а их физическая утрата может привести к невозможности какой-либо последующей работы на данном памятнике в данной ЛКС. В таком случае придется восстанавливать фикс-пункты, что в любом случае приведет к большей или меньшей погрешности, которая в свою очередь повлечет искажение данных о взаиморасположении уже записанных точек и точек, запись которых будет произведена позже.

Благодаря грамотному подходу к организации тахеометрической съемки, работа в ЛКС 2010 г. была продолжена в 2012 г., при проведении археологических раскопок поселения Ергенинское. Данные работы были также проведены совместной экспедицией Калмыцкого научного центра РАН (Россия) и Археологического Ландесамта земли Шлезвиг-Гольштейн (Германия).

В сезоне 2012 г. объем земляных работ значительно увеличился. А так как съемка поверхности территории памятника была произведена в 2010 г., и в распоряжении исследователей была т. н. «подложка», тахеометрическая съемка велась уже только при фиксации археологических находок. И все объекты, данные о которых выявлялась в процессе раскопок, размещались в одном проекте, что давало возможность одновременно анализировать разнородные данные, полученные в течение двух сезонов.

При площадной съемке её скорость напрямую зависит от скорости перемещения снимающего от точки к точке, объем записываемых точек составлял до 800–1 000 точек в день, в зависимости от сложности рельефа. На данном этапе погрешность 2–3 см не является критичной. При фиксации находок и других объектов потребовалась меньшая погрешность (до 2 мм), а также появилась необходимость в разработанной системе шифровке точек: фрагменты керамики, фрагменты костей и т. д. Имена точкам давались по заранее разработанной нами номенклатуре. Имя точки состояло из трех разных по классу частей:

первая — дата, заносимая раз в день при начале работ (день, месяц), вторая — тип находки, изменяемый непосредственно перед записью (CE — фрагмент керамики, KN — фрагмент кости, FL — фрагмент кремния и т. д.), третья — сквозной номер, при начале работ он составлялся как 0001, далее нумерация шла автоматически. Таким образом, точки имели название длиной в 10 символов (1907KN0147, 1907CE0148 и т. д.). Данная структура имени уменьшала вероятность введения неправильных данных, облегчала дальнейшую обработку данных в компьютере, а также исключала возможность присвоения одинакового имени двум разным точкам. Общая для всех точек номенклатура использовалась при ведении полевого дневника и при составлении полевых чертежей на миллиметровой бумаге. Благодаря чему данные, полученные при помощи применяемых методик, представляют собой единый, взаимодополняемый массив информации об исследуемом памятнике.

Археологические исследования сезона 2012 г. и стали первыми в истории Республики Калмыкия археологическими раскопками широкими площадями поселения бронзового века с сохранившимся культурным слоем.

Культурный слой поселения начинается практически на уровне современного вегетационного слоя и доходит до глубины 80 см. Всего на площади 107 м² было зафиксировано 335 фрагментов керамики и 89 кремневых изделий и отщепов, а также 32,4 кг костей животных. Костяные изделия в виде трубчатых костей с обработанными концами, фрагменты керамики с веревочным орнаментом, а также фрагмент венчика реповидного сосуда характерны для катакомбной культуры.

В двух раскопах (2 и 5) обнаружены столбовые ямки, указывающие на существование стен жилищ, укрепленных двумя рядами столбов, вбитых глубоко в почву. Исходя из этого, сделан вывод о функционировании поселения Ергенинское на заключительном этапе раннего бронзового века [Очир-Горяева, Кекеев 2013].

Вся работа при фиксации в археологических раскопках 2010 и 2012 гг. на поселении Ергенинское производилась с применением тахеометрической съемки и фиксацией комплексов и других сложных объектов на миллиметровой бумаге с последующим переводением чертежей в электронный вид. В результате проведенных работ можно сделать вывод, что данная методика показала свою состоятельность, и ее применение стало неотъемлемой частью полевых археологических работ.

Таким образом, при применении современных методов фиксации выявлено несколько преимуществ:

- ускорение работы фиксации таких объектов, как археологические находки, с точностью до 1 мм;
- ускорение самого процесса раскопок, так как фиксация единичной находки осуществляется самим тахеометром и требует от 0,1 до 0,3 мин;
- ускорение процесса обработки информации, так как большая часть данных представляет собой файлы на электронных носителях памяти, лишь небольшая часть представлена чертежами и полевыми записями, перевод которых в электронный формат не требует длительной по времени работы;
- благодаря ускорению работы по обработке полученных данных стало возможным уже в «поле» исправлять допущенные ошибки и, что является самым важным преимуществом, намечать наиболее важные и перспективные участки раскопа, выделять и проверять намечающиеся закономерности и особенности памятника.

Уже на первом опыте использования тахеометрической съемки в полевой фиксации в комплексе с применением уже принятых методик удалось выявить их основные особенности. При должном подходе и подготовке к ним возможно существенно улучшить качество, увеличить скорость сбора данных в процессе полевых археологических работ и сделать удобнее дальнейшую обработку материала.

Литература

Очир-Горяева М. А. Отчет об археологических исследованиях на территории Республики Калмыкия в 2002 г. Элиста, 2003. 149 с.

Очир-Горяева М. А., Кекеев Э. А., Карнап-Борнхейм К., Фассбиндер Й. Комплексные исследования на поселении Ергенинское // Гуманитарная наука юга России: международное и региональное взаимодействие. Мат-лы Междунар. науч. конф. (г. Элиста, 20–23 сентября 2011 г.). Ч. II. Элиста: КИГИ РАН, 2011. С. 81–85.

Очир-Горяева М. А., Кекеев Э. А. Археологические раскопки поселения эпохи бронзы Ергенинское // Вестник Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН. 2013. № 4. С. 18–26.

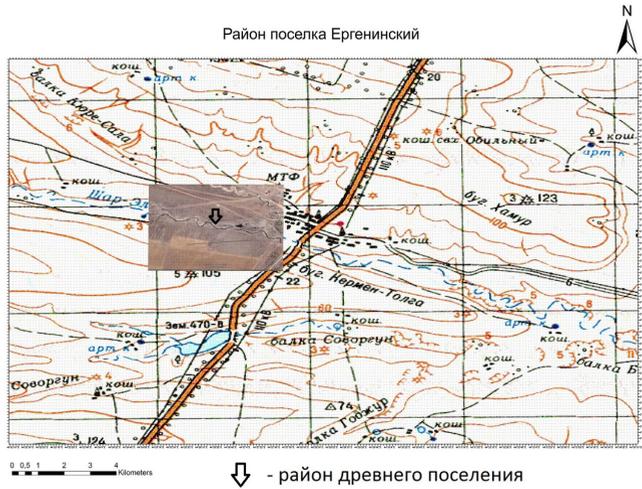


Рис.1. Карта расположения поселения *Ергениское*

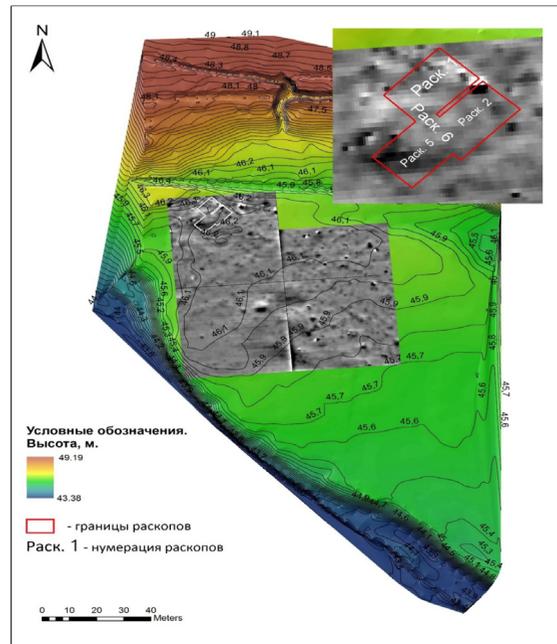


Рис. 2. *Ергениское-2012*. Топографический план, магнитограмма и расположение раскопов 1, 2, 5, 6