

**Опыт практического применения ЦФС PHOTOMOD при
исследованиях археологических памятников
Волго-Уральского региона**

*М. А. Бурлакова, Ю. В. Сивицкая, Р. А. Сингатулин,
Саратовский Государственный Университет, Саратов*

В последние годы в практике археологических исследований всё чаще используются методы фотограмметрии. Они используются для создания детальной ЦМР, ортофотопланов, построения 3D моделей исторических памятников и решения других сопутствующих задач.

В данной работе рассмотрены некоторые примеры практического использования ЦФС PHOTOMOD при решении задач фотограмметрии с применением цифровых неметрических камер, проведённые на археологических памятниках Волго-Уральского региона в 2008-2010 гг. Объектами исследований выступили уникальный «царский» курганный комплекс Кырык-Оба (Западно-Казахстанская область, Республика Казахстан), предположительно раннего железного века и загадочное средневековое Золотарёвское городище (Пензенская область, Россия).

Стереодосъёмка осуществлялась неметрическими цифровыми камерами SONY Cyber-shot DSC-F828 (8 Мпикс) и Canon EOS 5D (12 Мпикс) с использованием устройства параллельного смещения. База стереодосъёмки менялась в зависимости от задач исследований (в среднем от 56 мм до 108 мм).

Калибровка цифровых камер осуществлялась по методике МИИГАиК. Опорные точки измерялись с помощью лазерной линейки DISTO lite фирмы Leica с точностью до 5 мм. Эти точки были отмечены специальными маркерами на характерных контурах снимаемых участков. Кроме того, для разметки участков, выравнивания площадок, маркерной подсветки и при проведении других съёмочных операций использовался лазерный нивелир LJ35 Laser Cross Level.

Основная съёмка велась с расстояния 20 – 30 метров. Отдельные объекты и участки рельефа фотографировались с расстояния 50 – 60 метров. В общей сложности было получено 1248 пар изображений в форматах RAW, TIFF и JPEG, которые в дальнейшем использовались для просчёта сцен съёмки с помощью программ ERDAS Stereo Analyst и PHOTOMOD. Данные программы несколько отличаются по сфере применения, но хорошо справляются с обработкой фотоизображений объектов, которые имеют ярко выраженные визуальные детали: точные пространственные углы, разделяющие слои или поверхности объекта, различные плоские «метки» на гладких плоскостях и пр. Вместе с тем,

как показала практика, объекты со сглаженными поверхностями (например, курганы, валы) или объекты не имеющих отчетливых углов (например, арки, круглые строения, башни), нуждаются в дополнительной обработке специальными марками до проведения натуральных фото- или видеосъёмок.

В условиях полевых исследований программа PHOTOMOD (версия 4.4) оказалась более адаптированной и гибкой по сравнению с некоторыми другими специализированными ЦФС, позволяя осуществлять коррекцию и производить контроль выполненных операций на всех этапах обработки проекта. Вместе с тем, отсутствие поддержки некоторых функций, в особенности в области ближней и мультиспектральной фотограмметрии, несколько снижает эффективность применения продукта в археологических исследованиях. Тем не менее, можно надеяться на появлении таких дополнительных функций в новых версиях PHOTOMOD. Ниже приведены некоторые особенности и результаты исследований.

Кырык-Оба. Курганный могильник «Кырык-Оба» расположен в 80 км к востоку от г. Уральск и входит в Подуральское плато. Могильник состоит из несколько десятков больших земляных курганов, вытянувшихся широкой полосой на десятки километров. Особняком стоят 3 главных, так называемых «царских» кургана, выделяющиеся своими гигантскими размерами. Насыпи диаметром от 80 до 150 м, высотой от 8 до 20 м на вершине имеют глубокие воронки – следы древних ограблений. Практически незатронутая антропогенной деятельностью территория древнего могильника в его естественном природном ландшафте, вместе с флорой и фауной, представляет собой перспективный участок для создания здесь природного, историко-культурного заповедника.

Задачи исследований сводились к созданию ЦМР по данным ДЗ, просчёт выброса грунта «грабительского» раскопа из главного кургана №1, реконструкция геометрической формы кургана, получения изображений поперечных разрезов вспомогательных курганов (так называемых «батонов») и др.

Если создание ЦМР по данным ДЗ являлась стандартной решаемой задачей, то просчёт объёма выброса грунта потребовал данных магнитной разведки. Пространственное отображение магнитных измерений (по площади и по мощности выбросов) на топоплане кургана, их поверхностная маркировка и последующая фотограмметрическая панорамная съёмка, позволили просчитать объём перемещённого грунта. В результате были получены данные, которые позволили произвести 3D

реконструкцию первоначального вида кургана.



*Рис. 1. Реконструкция внешнего вида царского кургана №1.
А – современное состояние (высота – 18,6 м), В – реконструкция кургана
(высота – 22 м), С – реконструкция с каменным покрытием.*

Ещё одним результатом эффективного применения фотограмметрических технологий было получение поперечного траншейного среза «батоннов». Полное изображение среза было сформировано на основе отдельных фотографий.

Золотаревское городище. Городище расположено в верховьях р. Суры, в 1,5 км к западу от с. Золотаревка на высоком мысу (до 20 м) в густом лесу. Городище окружено по краям мыса валом со рвом и 4 валами со рвами поперек мыса. Сохранность памятника чрезвычайно высока. Фактически спустя 7,5 веков средневековый ландшафт полностью сохранён. Сохранён не только ландшафт, но и многочисленные останки людей, животных, предметов экипировки, оружия и др. Серьёзным препятствием для проведения фотограмметрической съёмки территории является высокий травяной покров, дикорастущий кустарник и деревья.

Задачи исследований сводились к созданию ЦМР по данным локальной стереофотосъёмки и детального специализированного топоплана, на котором пространственно должен быть зафиксирован подъёмный материал (наконечники стрел, разброс посуды и др.).

Изначально предполагалось создать ЦМР с использованием космоснимков. В таком случае, марки высот, при фотограмметрической обработке стереопары, ставят по верхушкам деревьев и берут среднюю их высоту, чтобы дальше привести к поверхности земли. В случае использования снимков высокого разрешения (1 м и менее) накапливается серьёзная ошибка. Кроме того, возникали и другие сложности. Поэтому был реализован другой подход, на основе ближней фотограмметрии. Съёмка производилась последовательно с высоты 3 – 6 м по маршрутной сети. Объект съёмки очищался от травы и маркировался. Производилась съёмка. При обработке данных в модуле PHOTOMOD AT выполнялось внутреннее и взаимное ориентирование, а также измерение опорных точек на снимках. Качество измерений связующих и опорных точек

контролировалась по остаточным поперечным параллаксам. В настоящее время продолжают работы по созданию ЦМР Золотарёвского городища по данным локальной стереофотосъёмки.

Литература:

1. Р. Н. Гельман, М. Ю. Никитин, Ю. В. Костандолго. Калибровка цифровых камер // Геодезия и картография. – 1999. – №1.
2. А. Н. Лобанов, М. И. Буров, Б. В. Краснопевцев. Фотограмметрия. – М.: «Недра», 1987.
3. А. П. Михайлов, А. Г. Чибуничев. Лекции по фотограмметрии. – М., 2005.
4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М.: ЦНИИГАиК, 2002.
5. М. Н. Сдыков, В. А. Демкин, А. А. Бисембаев, С. Ю. Гуцалов. Скифы Западного Казахстана // Западно-Казахстанский областной центр истории и археологии. – Алматы, 2007. 208 с.