

ПАМЯТНИКИ ДОЛИНЫ Р. ЗЕРАФШАН И ГИС

*А.А. Сучилин**, *О.Н. Иневаткина***

**Московский государственный университет имени М.Ю. Ломоносова*

***Государственный Музей Востока*

Москва, Россия, asuhov@geogr.msu.ru, olinevat@rambler.ru

A.A. Suchilin, O.N. Inevatkina***

**Moscow State University*

***The State Museum of Oriental Art*

Moscow, Russia, asuhov@geogr.msu.ru, olinevat@rambler.ru

Abstract. A joint project of Moscow State University Geographic faculty and Moscow Museum of Oriental Art under the grant RGNF # 12-01-00152. Project object is to create local archaeological geoinformation system on the territory of Zerafshan (Uzbekistan) river valley. GIS purpose – Geospatial fixation and certification of long-term exploration of archaeological objects in the database. Spatial visualization of archaeological objects on the modern cartographic basis or remote sensing data. Database objects connected to each other with topology and attribute information that allows geographical and archaeological analysis of the territory.

Keywords: Cartography, archeology, geospatial information, GIS.

Введение. В рамках проекта Российского Гуманитарного Научного Фонда (РГНФ) № 12-01-00152 «История освоения левобережья Зерафшана (Паст-Даргом) в середине I-го тыс. до н.э. – VII в.н.э. Структура согдийской общности», музея Востока и географического ф-та МГУ, разработана структура и прошла опытно-апробационную (на отдельных элементах) локальная геоинформационная система (ГИС) «Зерафшан».

Постановка проблемы. ГИС «Зерафшан» – предназначена для геопространственной фиксации и паспортизации археологических объектов по материалам многолетних исследований территории долины р. Зерафшан. Как известно, ГИС – совокупность аппаратно-программных средств и алгоритмических процедур, предназначенных для сбора, ввода и хранения, математико-картографического моделирования и образного представления геопространственной информации [1]. Объекты, сгруппированные в реляционной базе данных (БД), связаны друг с другом топологией и атрибутивной информацией, что позволяет проводить археологический и географический анализ на современной картографической подложке, включая данные дистанционного зондирования (ДДЗ).

Территория исследований расположена в границах Пастаргомского района Самаркандской области (рис. 1) и ограничена с севера рекой Кара Дарья, с юга Зерафшанским хребтом, с запада долготой $66^{\circ}30'00''$, с востока долготой $67^{\circ}00'00''$, площадь участка исследований составляет около $1\,814\text{ км}^2$. Самаркандская область расположена в центральной части Узбекистана, в Зерафшанской долине. Площадь территории области – $16\,400\text{ км}^2$. Область граничит на севере – с Джизакской областью, ограниченную окраиной пустыни Кызылкум (солончак Айдар) и Нуратинским хребтом (северо-западный отрог Туркестанского хребта, высшая точка которого достигает отметки $2\,169\text{ м}$), на юге с Кашкадарьинской областью, ограниченную Зерафшанским хребтом (западное окончание юго-западного отрога Туркестанского хребта, высотой до $2\,204\text{ м}$), и степью Карнабчуль, на западе и северо-западе – с Навоийской областью, на востоке – с Республикой Таджикистан. Область разделена на 14 административных районов (туманов).

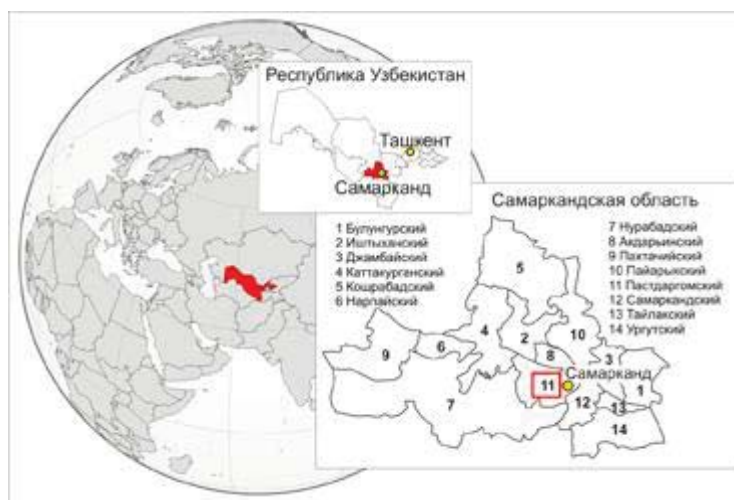


Рис. 1. Территория исследований

Материалы и методы исследований. Первоначально, в целях картографической изученности исследуемой территории, был проведен анализ доступных картографических источников, начиная с античных и до современных. В результате были выбраны листы топографических карт (J-42-01, J-42-02, J-42-13, J-42-14) 1:100 000 масштаба, охватывающие исследуемую территорию в качестве основной картографической подложки. Проекцией проекта была выбрана универсальная поперечно-цилиндрическая проекция Меркатора (UTM, 42 зона, Северное полушарие), т.к. различные картографические источники, включая зарубежные, были представлены в своих проекциях, что подразумевало необходимость их трансформации в единую систему координат (СК) проекта.

Все растровые картографические источники, листы карт масштабов 1:100 000 и крупнее, были трансформированы в СК проекта в формате GeoTiff (включая метаданные изображения), согласно выбранным характерным контрольным точкам, в зависимости от состояния изображения источника, путем регистрации координат в углах рамки листа текущей карты, используя математический аппарат аффинных, проективных или полиномиальных преобразований. В случае отсутствия координат в углах рамок крупномасштабных карт, они определялись аналитически, опираясь на принятую разграфку и номенклатуру карт или используя другие методы восстановления координат.

После чего, растровые картографические слоисной подложки, были формализованы в векторный формат в виде отдельных базовых слоев топографической карты (рис. 2), согласно принятой классификации, а именно:

- рельеф – основные и дополнительные горизонтали, отметки высот, курган, обрыв и т.п.;
- гидрография – реки, каналы, арыки, озера и водохранилища, отметки уреза воды и т.п.;
- транспортная сеть – автострады, шоссе, железные дороги, грунтовые дороги и т.п.;
- растительность – леса, сады, луга, культивируемые поля и т.п.;
- населенные пункты – точечные и площадные объекты, кварталы и т.п.;
- коммуникации – линии ЛЭП, связи, трубопроводы и т.п.;
- аэродромы;
- границы – областей, района и т.п.;
- топонимы объектов.

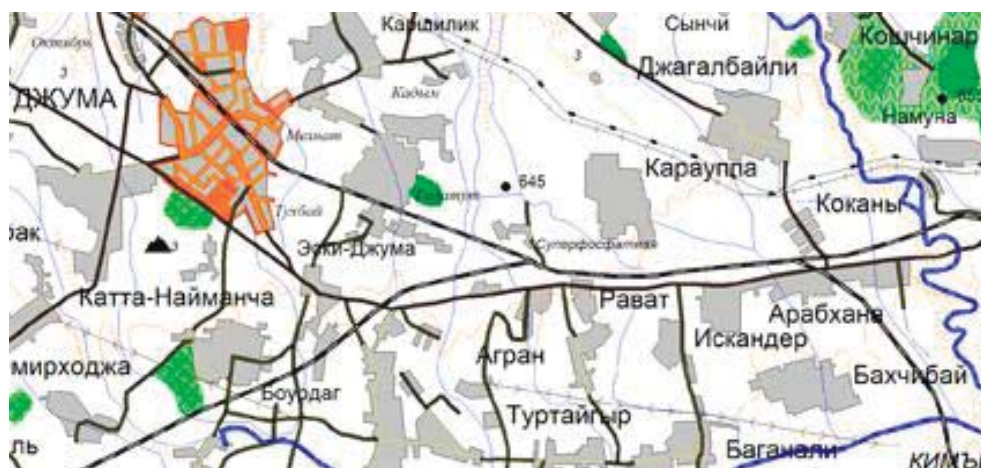


Рис. 2. Фрагмент векторной топографической карты

Кроме того, по материалам спутникового сканирования SRTM [2], представляющей матрицу высот земной поверхности или цифровую модель рельефа (ЦМР) относительно эллипсоида WGS84, сформирована подстилающая высотная поверхность (слой) на территорию исследований и прилегающих окрестностей в единой СК проекта. ЦМР позволяет получить производные характеристики исследуемой территории, например: восстановить морфометрию рельефа для выявления ландшафтов, рассчитать экспозицию склонов и углы наклона, видимость между объектами и т.д.

В отдельном слое была сформирована предоставленная мозаика черно-белых аэрофотоснимков (АФС) государственной съемки 1972–1973 гг. К сожалению, снимки не имели пространственной привязки. Методом поиска характерных точек на космическом снимке высокого разрешения (см. ниже) и текущем АФС, их анализа и контроля, были получены координаты этих точек, позволяющих трансформировать АФС в принятую СК. Таким образом, было составлено единое подстилающее изображение из АФС, отражающее ситуацию на территорию исследований в прошлом веке.

Также, в отдельном слое было сформировано подстилающее изображение, состоящее из современного цифрового цветного космического снимка (спутник «QuickBird», 2011г.) высокого разрешения на территорию исследований и прилегающих окрестностей, в формате ECW (Enhanced Compression Wavelet) – оптимизированный формат растровых изображений, одной из особенностей формата является непосред-

ственная запись координат в самом графическом файле. Принимая во внимание весьма большой размер снимка, для экономии оперативной памяти, он был «нарезан» на фрагменты (квадраты) с размером стороны 10 км, что позволяло оперативно активировать необходимый участок снимка в процессе работы. Снимок использовался для актуализации современной ситуации и контроля над проектом.

Учитывая большой интервал времени между снимками АФС и современным космическим снимком (рис. 3), сопоставляя разновременные изображения, или используя оверлей в среде ГИС, можно наглядно увидеть динамику развития исследуемой территории, восстановить (уточнить) расположение ныне утраченных археологических объектов или элементов рельефа, часть из которых утеряна в результате интенсивного антропогенного воздействия.



Рис. 3. Участок исследований на разновременных снимках (окрестности арыка Анхор, слева АФС, справа снимок «QuickBird»)

После формирования векторной карты и растровых слоев подстилающих изображений, была проведена локализация археологических объектов в среде ГИС (чуть менее 1 000) по многолетним экспедиционным материалам музея Востока. Каждый объект в таблице атрибутов имеет свой уникальный идентификационный номер (ID), тип объекта, индекс типологии, согласно принятой шкале периода происхождения объекта, краткую характеристику и другие дополнительные параметры (например, геометрия объекта: точечный, площадной или линейный). Из этого слоя, инструментарием ГИС, были сгруппированы отдельные типологические слои археологических объектов.

На основе разработанной в музее Востока легенды карт, была сформирована электронная библиотека условных знаков (более 50), согласно принятой типологии и атрибутам объектов. Каждый условный знак формировался в поле матрицы, на сетке 123*123 точек в векторном формате, с возможностью их масштабирования и замены цвета (палитры RGB или CMYK), позволяющих выразить на картографической основе изучаемые объекты и явления. Библиотека условных знаков размещена в реестре общих файлов OSWindows, что позволяет использовать их и в других графических приложениях (рис. 4).

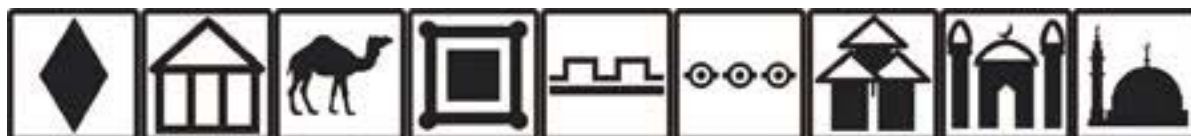


Рис. 4. Примеры условных знаков из библиотеки

В целях и реконструкции транспортных путей и восстановления пространственного размещения археологических объектов, в проекте использовались ранее изданные картографические источники:

- Отдельные листы «двухверстовки» (XVII-15, XVII-16, XVIII-15, XVIII-16) «Военно-топографической карты Туркестана», 1846 г., масштаб 1:84 000;
- Отдельный лист «трехверстовки» (P-VII Л-4) «Военно-топографической карты Российской Империи», 1894г. масштаб 1:420 000

На обоих источниках отсчет по долготе начинался от Пулковского или Парижского меридианов (соответственно Пулковская и Парижская обсерватории), т.е. необходимо было трансформировать растровые

источники в принятую СК проекта, одновременно учитывая сдвиг (разницу) долгот между Пулково и Гринвичем, а именно: $+30^{\circ}19'34''$ по долготе. После трансформации и формализации отдельных элементов картографической нагрузки в векторный формат, были составлены несколько отдельных слоев, которые отражали ситуацию на исследуемой территории в XIX в.

Необходимо отметить, что в работах над проектом принимали участие и студенты географического ф-та МГУ. Так, студентка Дмитриева Ю.А., в рамках своей дипломной работы: «Культурное наследие Зерафшанской долины», принимала участие в полевых работах на территории исследований, где проводила крупномасштабную съемку отдельных археологических объектов с помощью высокоточных геодезических приборов, используя глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). Результаты полевой съемки выразились в серии планов, на основе которых, методами математико-картографического моделирования, были составлены производные карты объектов (рис. 5).

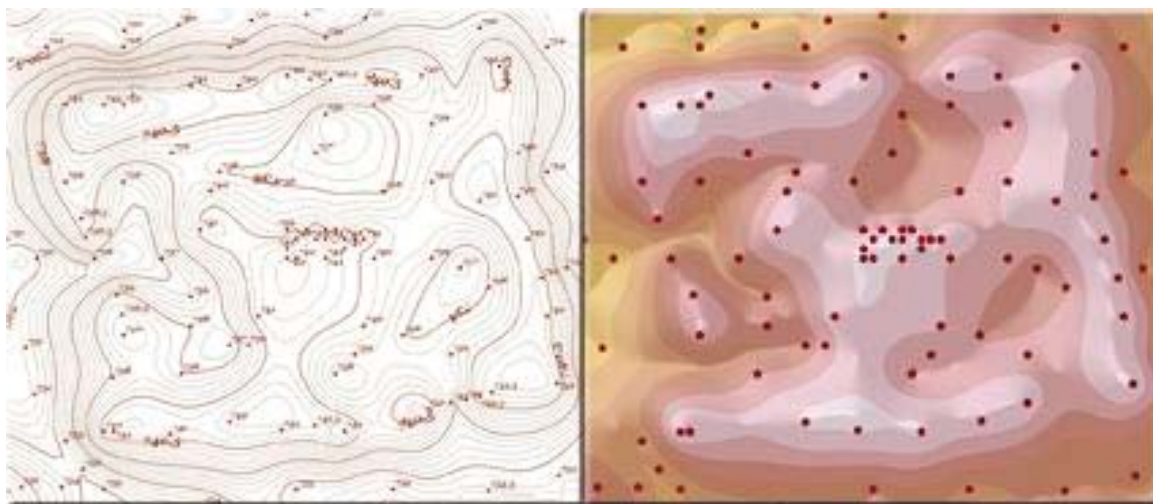


Рис. 5. Топографический план и модель раннесредневековой крепости масштаба 1:2000 (современное состояние, точки на модели – пикеты съемки)

Результаты исследований и их обсуждение. На основании вышесказанного, в среде ГИС была составлена серия электронных типологических карт по историко-культурным и хронологическим срезам (древность, периоды эллинизма, раннего средневековья и т.д.) археологических объектов, согласно типологии памятников на исследуемую территорию (рис. 6). Кроме того, средствами графического вывода, можно получить копии карт на «твердой подложке» – бумаге или пластике.

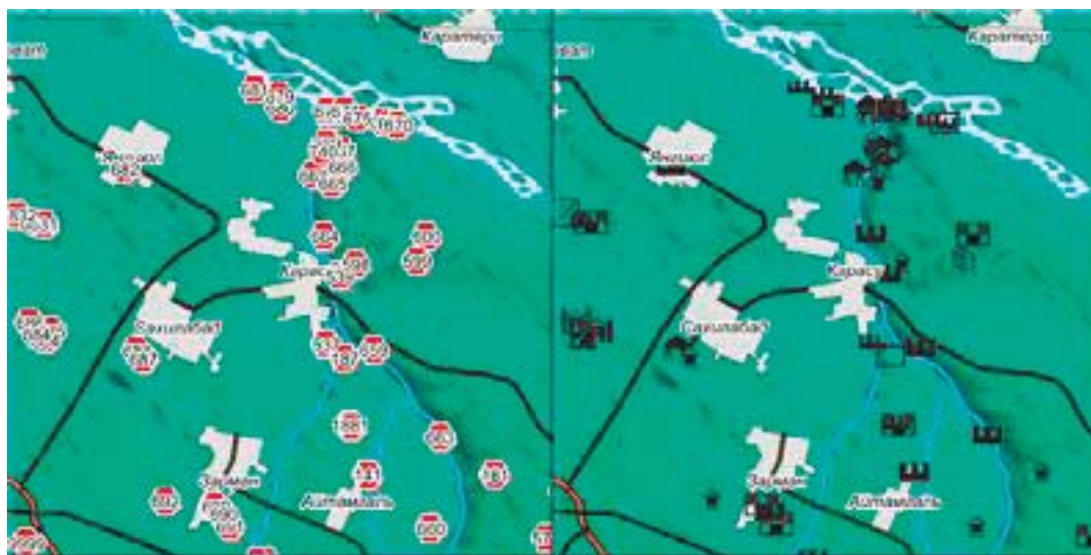


Рис. 6. Фрагмент адресной карты объектов и карты «Типы памятников Паст-Даргома» на подстилающей модели SRTM

Как было отмечено выше, каждый археологический объект имеет свой уникальный идентификационный ID-номер в БД, среди атрибутов которого, имеется геолинк (гиперссылка) на внешние источники информации, а именно – паспорт объекта. Паспорт содержит профессиональное описание объекта, его про-

странственные координаты, фото и видео материалы, составленные в полевых условиях планы и производные карты, ссылки на литературу и другие источники. Активация гиперссылки, позволяет оперативно визуализировать на экране монитора паспорт объекта в формате PDF (рис. 7).

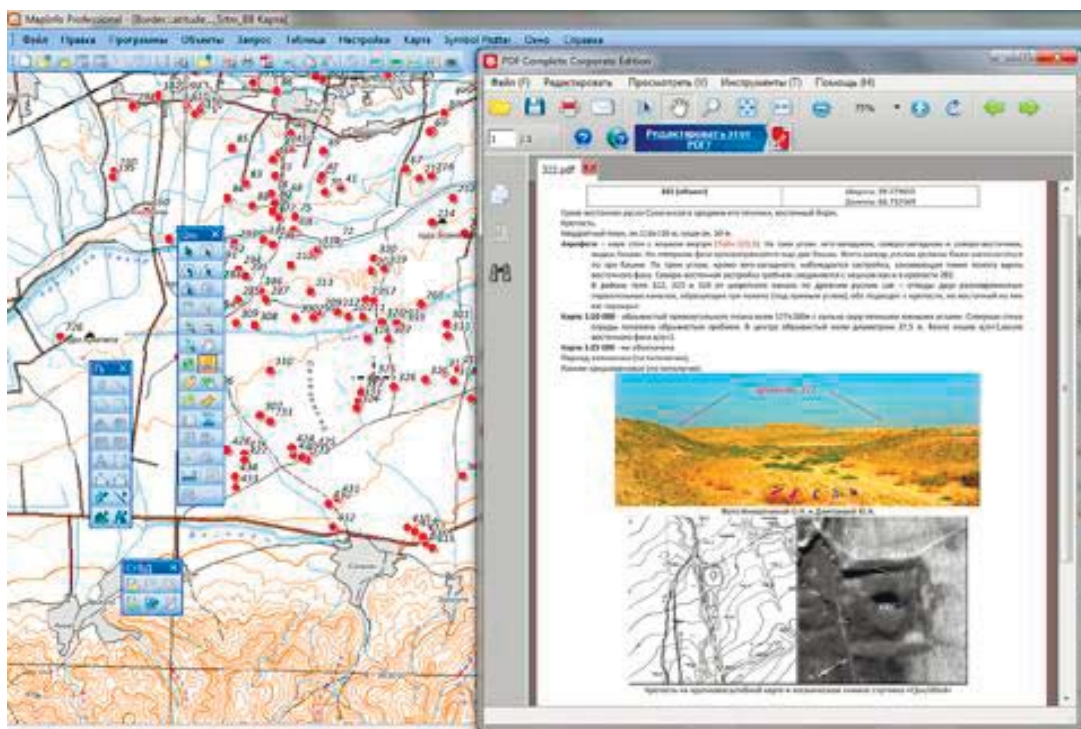


Рис. 7. Активация по адресной карте паспорта 322 объекта

Если есть необходимость, непосредственно из оболочки ГИС, содержимое паспорта можно вывести на печать, послать его по E-mail адресу и т.п. После окончания изучения паспорта, т.е. при стандартном закрытии документа, система автоматически вернется в среду ГИС. Название файлов паспортов объектов содержат ID-номер объекта и хранятся в отдельной папке. Данная организация хранения паспортов, позволяет автономно вносить в них изменения, редактировать характеристики объекта и т.п.

Выводы. Накопленный сотрудниками музея Востокавесьма большой археологический материал, в рамках многолетних экспедиционных исследований долины р. Зерафшан и камеральных работ, начиная с времен СССР, безусловно нуждался в систематизации и представлении этих материалов современными геоинформационными методами. Совместная работа на стыке наук позволила разработать структуру локальной ГИС «Зерафшан» и организовать ее экспериментальное «наполнение», учитывая требования археологии и географической картографии. ГИС позволяет проводить дальнейшие исследования, опираясь на сгруппированные материалы в БД, добавлять новые объекты непосредственно в экспедиционных условиях, получать по запросу полную характеристику имеющихся археологических объектов, проводить необходимое моделирование, и т.п. Проект сформирован в среде ГИС MapInfo 12.0

Кроме того, локальная ГИС может использоваться и как справочно-образовательная система, служить фондом историко-культурного наследия Паст-Даргома.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. Берлянт А.М. Картографический словарь. М.: Научный мир, 2005, 424с.
Berlyant A. M. Kartographicheskiy slovar. Moscow: Nauchny mir, 2005, 424 p. (in Russian).
2. Shuttle Radar Topography Mission URL//<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm> (датаобращения: 25.04.2012).