

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЕРИОДА НОВОГО ВРЕМЕНИ В РОССИИ

Федоров Роман Юрьевич,

канд. филос. наук, старший научный сотрудник,

e-mail: r_fedorov@mail.ru,

Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень,

Бабушкин Алексей Георгиевич,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник,

e-mail: ab@gisi.ru,

Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень

Статья посвящена проблеме адаптации современных геоинформационных технологий к отечественной специфике археологических исследований, охватывающих период Нового времени (XVIII–начало XX вв.). На основе анализа современных публикаций специалистов в сфере информационных технологий и археологии рассмотрены специфика ввода и хранения пространственных данных, привязки к ним различных видов информации, генерирования типовых форм отчетности, создания виртуальных реконструкций археологических объектов. Анализ рассмотренных в ходе исследования примеров указывает на то, что отечественный опыт использования геоинформационных технологий в археологических исследованиях нередко обладает своей спецификой, которая имеет различия с устоявшейся международной практикой. Это связано как с рядом особенностей археологического наследия России эпохи Нового времени, так и с тем, что в российской археологии сложились свои методики научного описания объектов исследования, формы отчетности и паспортизации. Анализ отдельных инициативных разработок, которые были приняты в России за последние годы, указывает на то, что для их интеграции и массового внедрения необходимо формирование общей стратегии информатизации археологических исследований.

Ключевые слова: геоинформационные системы, археология, дистанционное зондирование, виртуальные реконструкции, пространственные данные

EXPERIENCE AND PROSPECTS OF USING OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN MODERN ARCHAEOLOGICAL RESEARCHES IN RUSSIA

Fedorov R.Y.,

candidate of philosophical sciences, senior research associate,

e-mail: r_fedorov@mail.ru,

Institute of the Earth's Cryosphere SB RAS, Tyumen,

Babushkin A.G.,

candidate of technical sciences, senior research associate,

e-mail: ab@gisi.ru,

Institute of the Earth's Cryosphere SB RAS, Tyumen

The article is devoted to the problem of adaptation of modern geoinformation technologies to domestic specifics of the archaeological researches covering the period of Modern times (18th – the beginning of the 20th centuries) in Russia. On the basis of the analysis of modern publications of experts in the sphere of information technologies and archeology specifics of input and storage of spatial data, snapping to it of different kinds of information, generation of standard forms of the reporting, creation of virtual reconstruction of archaeological objects are considered. The analysis of the examples reviewed in the research indicates that domestic experience

of use of geoinformation technologies in archaeological researches often has the specifics which have distinctions with common international practice. It is connected with features of archaeological heritage of Russia and also with difference in standards of the scientific description of archeological objects, forms of reporting and certification. The analysis of initiative developments which have been made in Russia in recent years indicates that their integration and mass introduction requires formation of the general strategy of informatization of archaeological researches.

Keywords: geographic information systems, archeology, remote sensing, virtual reconstruction, spatial data

DOI 10.21777/2500-2112-2018-4-83-88

Геоинформационные системы получили широкое применение в современных археологических исследованиях. Они используются для определения пространственного положения и картографирования археологических объектов, визуализации, создания их двухмерных и трехмерных реконструкций, ретроспективных исследований антропогенных изменений территорий, оказавших влияние на формирование археологических комплексов, охраны и популяризации археологического наследия и т.д. Планы археологических объектов, созданные с помощью ГИС, используются в научной и отчетной документации, при проведении археологической экспертизы земельных участков и объектов историко-культурного наследия.

Основная задача настоящей статьи состоит в том, чтобы на основе анализа публикаций российских исследователей выявить основные особенности и проблемы применения ГИС в отечественных археологических исследованиях, охватывающих хронологический период Нового времени (XVIII–начало XX вв.). В отличие от изучения прекративших свое существование древних сообществ, особенностью этих исследований является наличие исторической связи археологических объектов с дошедшими до наших дней документальными источниками, а также сохранившей свои архаические проявления этнической культурой или историко-культурным наследием отдельных народов и регионов России. На территории Западной Европы, США и ряда других стран, применение геоинформационных технологий в археологических исследованиях, охватывающих этот исторический период, получили широкое развитие, начиная с 1980-х гг. В России первые направления подобных исследований зародились на рубеже 1990-х и 2000-х гг. Их техническая часть чаще всего основана на стандартных решениях, используемых в большинстве стран мира и реализуемых с помощью таких популярных программных продуктов, как ArcInfo, MapInfo, ArcView, ArcGis и др.

В последние десятилетия усилиями отдельных научных коллективов и одиночек-энтузиастов в России создаются оригинальные методики и технологии, предназначенные для решения отдельных прикладных задач применения ГИС в археологических исследованиях [1–5, 8] и др. В 2016 году сотрудниками Института археологии РАН была создана первая геоинформационная карта «Археологические памятники России» [6, 7]. Ее авторами было отмечено, что «памятники Нового и Новейшего времени, интенсивно исследуются в Центральной России – 53% (1,2 памятника на 1 тыс. км²). В Приволжском, Северо-Западном и Южном округах плотность исследованных в 2009–2012 гг. объектов колеблется между 0,1 и 0,3 на 1 тыс. км², а на Дальнем Востоке, Урале, Северном Кавказе, в Сибири плотность археологических памятников Нового и Новейшего времени приближается к нулю, а в абсолютных числах не превышает 80» [7, с. 627].

Следует отметить, что большинство из отечественных разработок в сфере геоинформационного обеспечения археологических исследований так и не получают массового внедрения, а большей частью используются локально в узком кругу научно-исследовательских коллективов. Исходя из этого, в настоящее время высокую актуальность приобретает изучение и систематизация этих разрозненных попыток отечественных исследователей внедрения ГИС в археологические исследования Нового времени, с целью выявления их наиболее перспективных направлений, которые нуждаются в интеграции и целенаправленном развитии.

В структуре геоинформационной системы принято выделять подсистемы сбора и ввода данных, хранения и выборки данных, манипуляции данными и их анализа, а также подсистему визуализации. Для отечественного опыта геоинформационного сопровождения археологических исследований, в ре-

ализации каждой из этих подсистем характерно преобладание индивидуальных инструментальных и функциональных решений, которые представляются исследователям наиболее оптимальными для решения тех или иных научных или практических задач.

Так, на стадии обработки материалов дистанционного зондирования и ввода пространственных данных, для фиксации расположения археологических объектов (планиграфии) и создания ландшафтных моделей местности, в зависимости от поставленных исследователями задач, могут использоваться космоснимки, аэрофотосъемка или наземные методы геодезических измерений (тахеометрическая съемка). Базовой связующей характеристикой археологических комплексов и отдельных объектов стали их географические координаты. Еще одним важным источником ввода пространственных данных в ГИС в археологических исследованиях могут служить исторические карты и планы-схемы местности. Они позволяют уточнить местоположение утраченных на сегодняшний день рукотворных и природных объектов, а также в ретроспективном виде реконструировать процессы формирования городской застройки и антропогенных изменений природной среды. Однако для этих целей в основном пригодны карты, созданные в XIX–начале XX вв., в составлении которых были использованы топографические методы. Большинство отечественных карт более ранних периодов, как правило, обладают значительной долей условности или имеют серьезные пространственные искажения, поэтому нередко оказывается затруднительным их соотнести с реальными географическими координатами. В некоторых случаях в качестве вспомогательных источников пространственных данных для археологических ГИС могут выступать различные архивные документы, в которых указаны адреса или письменные описания расположения отдельных объектов, представляющих интерес для исследователя [8]. С помощью архивных источников также можно реконструировать формирование определенных систем расселения, исторические маршруты передвижений людей и грузов на исследуемой территории, а также уточнить ее административные границы.

На основе картографических материалов, используемых в ГИС в качестве подложки, с привязкой к точным географическим координатам (градусы, минуты, секунды или десятичные градусы, геодезические XY-координаты) на карту наносятся проекции исследуемых культурных слоев и размещения выявленных археологических объектов, которые они содержат. Следующим этапом работ является проектирование структуры используемых в ГИС баз данных. После этого осуществляется привязка к внесенным в геоинформационную систему пространственным объектам данных, которые выполняют функции их инвентаризации и атрибутирования. В некоторых случаях может возникнуть необходимость привязки к нанесенным на карту объектам нескольких баз данных, имеющих разные функциональные назначения. Ими могут быть стандартные формы отчетности, паспорта или описания объектов, принятые в отечественной или международной практике, которые необходимы при проведении того или иного археологического исследования (обязательные формы полевой документации и археологических отчетов; паспорта объектов культурного наследия; CIDOC Core Data Standard и т.д.). Структура баз данных может быть приведена в соответствие с ранее разработанными системами описания археологических памятников, которые существовали как в бумажном виде [5], так и были внедрены в автоматизированной системе обработки информации «Терек» («Археологические памятники России»), созданной в Институте археологии РАН с целью сбора и интеграции данных об археологических памятниках в национальном масштабе [6, с. 87–88], а также археологической информационной системы «Археограф», разработанной в Институте истории материальной культуры РАН [4]. Параллельно с этими стандартизированными формами может быть использована индивидуально спроектированная система описаний, максимально учитывающая как научно-исследовательскую и практическую специфику конкретного археологического исследования, так и особенности сопровождающей его внутренней отчетности, принятой в осуществляющей исследование или принимающей его результаты организации. В ней могут быть использованы специально разработанные системы классификации, типизации и датировки археологических объектов, приведены географические координаты их обнаружения, размеры, материалы и степень их сохранности, указаны сотрудники организации, ответственные за конкретные этапы камеральной обработки объектов, прикреплены медиафайлы с фотографиями, а также текстами, содержащими атрибутирование и описания объектов экспертами, сведения об их текущем месте хранения и мн. др. В некоторых случаях большое значение имеют индивидуальные критерии

группировки археологических объектов (их принадлежность к определенному дому, усадьбе или кварталу), а также критерии их типологического сходства (определенные виды остатков деревянных конструкций, керамики, кирпича и т.д.). При изучении сохранившихся фрагментов зданий и элементов их интерьера, возможно построение их трехмерных моделей с привязкой к отдельным конструктивным деталям их индивидуальных характеристик (к примеру, результатам материаловедческих, дендрохронологических, радиоуглеродных, палеомагнитных и других видов исследований).

Сферы практического применения подобных геоинформационных систем достаточно широки. Первая из них состоит в том, что организация, осуществляющая археологическое исследование, получает его своеобразную информационную модель, в которой в реальных географических координатах визуализированы культурные слои и обнаруженные в них археологические объекты, к которым привязаны базы данных с их описаниями и характеристиками. Создание подобной модели чрезвычайно важно для сохранения и систематизации результатов археологических исследований. К примеру, в случае долговременной консервации археологических работ, при их возобновлении сохраняется пространственная картина и хронология действий, которые сопровождали предыдущие этапы их проведения. Созданная геоинформационная система позволяет генерировать различные формы картографического представления размещения археологических объектов, включая их генеральные планы, тематические выборки, расположение относительно природных ландшафтов, современной городской инфраструктуры и мн. др. Также, на стадии вывода данных могут быть внедрены средства автоматической генерации необходимых для работы форм отчетности и возможности импорта данных в другие информационные системы. Подобные геоинформационные модели также имеют большое значение для проведения камеральных научно-исследовательских работ, связанных с интерпретацией полученных археологических данных различными профильными специалистами (историками, антропологами, этнологами, реставраторами и др.). В ряде случаев с их помощью можно организовать удаленный доступ для участия профильных специалистов в процессе атрибутирования и камеральной обработки археологических объектов.

Другим актуальным направлением является создание виртуальных реконструкций археологизированных объектов. Они имеют широкий спектр функциональных возможностей. Во-первых, они позволяют сделать достоянием широкой общественности и популяризировать результаты археологических исследований, путем использования виртуальных реконструкций в образовательной и музейной практике, размещения их в тематических интернет-ресурсах и т.д. Во-вторых, не менее важными представляются функциональные возможности виртуальных реконструкций, связанные с решением задач имитационного моделирования и пространственного анализа. К примеру, Л.И. Бородкин и Д.И. Жеребятъев, выделяют среди них такие направления, как компьютерный анализ прочностных характеристик строений, моделирование природных процессов и их воздействия на исследуемый объект, анализ археологического объекта с задачей поиска предполагаемого места очередного раскопа и т.д. [2]. В-третьих, создание виртуальных реконструкций утраченных археологических объектов (в первую очередь строений) имеет большое значение в процессе разработки планировочных эскизов реставрации объектов историко-культурного наследия или регенерации утраченных фрагментов городской среды. При этом реконструкция внешнего облика поселений и отдельных объектов материальной культуры эпохи Нового времени имеет свою специфику. Она связана с тем, что исследователям этого хронологического периода нередко доступны хранящиеся в архивах чертежи и описания, графические или живописные изображения, а также (начиная со второй половины XIX в.) фотографии построек и других археологизированных объектов, имеющих плохую степень сохранности. Наличие в собраниях музеев прототипов объектов материальной культуры, аналогичных исследуемым, также часто дает возможность осуществить их достоверную реконструкцию. За рубежом «виртуальная археология» начала стремительно развиваться с начала 1990-х гг. В России на сегодняшний день получило развитие создание виртуальных 3D-реконструкций отдельных памятников архитектуры или фрагментов городской исторической застройки. В большинстве случаев они выполняются в популярных 3D редакторах (Autodesk 3ds Max, AutoCAD, ArhiCAD, Unity3D и др.) и не имеют прямого отношения к геоинформационному сопровождению археологических исследований. В археологии основными методами ввода пространственных данных для создания 3D-моделей являются трехмерное моделирование с помощью фотограмметрии и трехмерное лазерное сканирование. Для решения этой задачи из инструментальных средств чаще всего используется модуль 3D Analyst ArcGIS. Построение трехмерной модели

исходной поверхности археологического памятника, безвозвратно утрачиваемой в процессе раскопок, позволяет сохранить исследователю важную информацию о внешнем виде объекта и особенностях окружающего рельефа [1]. К примеру, для создания трехмерной реконструкции археологического комплекса «Ананьино-1», представлявшего собой типичную русскую деревню, существовавшую на территории Омского Прииртышья в период с начала XVII до второй половины XIX вв., были использованы методы определения пространственного положения археологических объектов с помощью беспилотных летательных аппаратов, осуществлявших аэрофотосъемку с высоты диапазоном от 8 до 300 метров. При этом цифровая модель рельефа была создана, опираясь на наземную тахеометрическую съемку [3, с. 188]. Создание трехмерной реконструкции археологического комплекса на реальной ландшафтной модели дало исследователю коллективу под руководством Л.В. Татауровой возможность систематизировать собранный материал в удобном для выполнения исторических реконструкций виде, проследить историческую динамику развития поселения, а также глубже понять механизмы его жизнеобеспечения, связанные с наличием тех или иных природных ресурсов и ландшафтных особенностей окружающей местности [3, с. 191].

Заключение

Анализ современных тенденций использования геоинформационных систем в археологических исследованиях указывает на то, что, несмотря на преобладание единых стандартов в технических решениях, их отечественные методики нередко обладают своей спецификой, которая имеет различия с устоявшейся международной практикой. Данная ситуация связана с несколькими обстоятельствами. Во-первых, многие расположенные в России археологизированные городские и сельские поселения Нового времени имеют ряд типологических различий с поселениями этого периода, сложившимися, например, в Европе. К ним можно отнести преобладание на территории ряда регионов России дерева в качестве строительного материала, различия в функциональной планировке отдельных типов поселений, существование специфических локальных практик хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения, связанных с местными природно-климатическими условиями, этнические особенности функциональных значений и семантики отдельных объектов материальной культуры и т.д. Во-вторых, в российской археологии сложились свои методики научного описания объектов исследования, а также собственные формы отчетности и паспортизации. В связи с этим, отечественные специалисты оказались в ситуации, в которой применение сложившегося за рубежом методического опыта геоинформационного обеспечения археологических исследований часто оказывается затруднительным. При этом в развитии их применения в данной сфере в нашей стране существует ряд серьезных препятствий. С одной стороны, они связаны с тем, что в головных научно-исследовательских учреждениях на сегодняшний день так и не сложилось единых стандартов, методик и платформ для обмена и интеграции данных в сфере геоинформационного сопровождения археологических исследований, высокой стоимостью оборудования и программного обеспечения для получения данных дистанционного зондирования и создания 3D моделей пространственных объектов. С другой стороны, небольшие частные компании, занимающиеся археологическими изысканиями и экспертизой, в большинстве случаев не заинтересованы в том, чтобы вкладывать имеющиеся у них средства во внедрение в свою деятельность современных наукоемких технологий, а также в том, чтобы сделать результаты своей работы достоянием широкой общественности. Однако современный зарубежный опыт свидетельствует о том, что информатизация научно-исследовательской и практической деятельности археологов в большинстве случаев дает возможность оптимизировать связанные с ней трудовые и материальные затраты, а также раскрывает новые перспективы для интеграции усилий разных исследователей и повышения значимости их работ для общества. Об этом свидетельствуют не только прорывные фундаментальные открытия, которые могут оценить лишь специалисты, но и доступные для большинства людей успешные примеры регенерации исторической среды городов, создания новых международных туристических ресурсов, опирающихся на археологические наследия, а также созданные на его основе популярные виртуальные ресурсы. Очевидно, что для того, чтобы хотя бы частично реализовать этот потенциал в России, необходимо формирование общей стратегии информатизации археологических исследований. При этом, учитывая многообразие их задач, для них целесообразна разработка ряда типовых стандартов геоинформационного сопровождения.

Список литературы

1. Баранов Ю.М., Баранов М.Ю. Поселенческие памятники коренного населения Средней Оби нового времени: опыт виртуальных реконструкций (по материалам поселений Сырой Аган 11, 12) // Институт истории и археологии УрО РАН [Электронный ресурс]. URL: http://old.ihist.uran.ru/elektronnaya-biblioteka/articles/lenta_articles-2/ (дата обращения: 08.12.2018).
2. Бородин Л.И., Жеребятьев Д.И. Технологии 3D-моделирования в исторических исследованиях: от визуализации к аналитике // Историческая информатика. Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. – 2012. – № 2 (2). – С. 49–63.
3. Быков Л.В., Татаурова Л.В., Светлейший А.З. Трехмерная реконструкция археологических памятников и объектов на основе данных дистанционного зондирования и глобальных навигационных спутниковых систем // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (23). – С. 185–192.
4. Васильев С.А. АИС Археограф: система описания археологических памятников и ввода данных в ГИС // Информационный бюллетень ассоциации «История и компьютер». – 2006. – № 34. – С. 87–89.
5. Гук Д.Ю. Документирование археологических раскопок в цифровую эпоху // Историческая информатика. – 2018. – № 2 (24). – С. 101–114.
6. Макаров Н.А. и др. Первые шаги по созданию национальной геоинформационной системы «Археологические памятники России» / Н.А. Макаров, О.В. Зеленцова, Д.С. Коробов, А.П. Черников, А.Н. Ворошилов // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2015. – Т. 43. – № 4. – С. 85–93.
7. Макаров Н.А. и др. Пространство древности: археологические памятники на карте России / Н.А. Макаров, О.В. Зеленцова, Д.С. Коробов, А.Н. Ворошилов // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87. – № 7. – С. 622–634.
8. Чибисов М.Е., Владимиров В.Н., Крупочкин Е.П. Создание исторической ГИС для изучения духовенства и приходов Алтайского (Горного) округа в конце XVIII–начале XX вв. // Историческая информатика. – 2017. – № 1 (19). – С. 85–95.

References

1. Baranov Ju.M., Baranov M.Ju. Poselencheskie pamjatniki korennoho naselenija Srednej Obi novogo vremeni: opyt virtual'nyh rekonstruktsij (po materialam poselenij Syroj Agan 11, 12) // Institut istorii i arheologii UrO RAN [Elektronnyj resurs]. URL: http://old.ihist.uran.ru/elektronnaya-biblioteka/articles/lenta_articles-2/ (data obraschenija: 08.12.2018).
2. Borodkin L.I., Zherebjat'ev D.I. Tehnologii 3D-modelirovanija v istoricheskikh issledovanijah: ot vizualizatsii k analitike // Istoricheskaja informatika. Informatsionnye tehnologii i matematicheskie metody v istoricheskikh issledovanijah i obrazovanii. – 2012. – № 2 (2). – S. 49–63.
3. Bykov L.V., Tataurova L.V., Svetlejshij A.Z. Trehmernaja rekonstruktsija arheologicheskikh pamjatnikov i ob'ektov na osnove dannyh distantsionnogo zondirovanija i global'nyh navigatsionnyh sputnikovyh sistem // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 3 (23). – S. 185–192.
4. Vasil'ev S.A. AIS Arheograf: sistema opisanija arheologicheskikh pamjatnikov i vvoda dannyh v GIS // Informatsionnyj bjulleten' assotsiatsii «Istorija i komp'juter». – 2006. – № 34. – S. 87–89.
5. Guk D.Ju. Dokumentirovanie arheologicheskikh raskopok v tsifrovuju `epohu // Istoricheskaja informatika. – 2018. – № 2 (24). – S. 101–114.
6. Makarov N.A. i dr. Pervye shagi po sozdaniju natsional'noj geoinformatsionnoj sistemy «Arheologicheskie pamjatniki Rossii» / N.A. Makarov, O.V. Zelentsova, D.S. Korobov, A.P. Chernikov, A.N. Voroshilov // Arheologija, `etnografija i antropologija Evrazii. – 2015. – T. 43. – № 4. – S. 85–93.
7. Makarov N.A. i dr. Prostranstvo drevnosti: arheologicheskie pamjatniki na karte Rossii / N.A. Makarov, O.V. Zelentsova, D.S. Korobov, A.N. Voroshilov // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. – 2017. – T. 87. – № 7. – S. 622–634.
8. Chibisov M.E., Vladimirov V.N., Krupochkin E.P. Sozdanie istoricheskoi GIS dlja izuchenija duhovenstva i prihodov Altajskogo (Gornogo) okruga v kontse XVIII–nachale XX vv. // Istoricheskaja informatika. – 2017. – № 1 (19). – S. 85–95.