

КОМПЛЕКСНОЕ ЦИФРОВОЕ ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ НАСКАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИТОМЬЯ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Ю. М. Свойский^{1, 2, 3}, Е. В. Романенко¹,
Е. А. Миклашевич^{3, 4}, И. В. Аболонкова^{3, 4}, Е. С. Леванова³

¹ Лаборатория RSSDA

² Институт классического Востока и античности НИУ ВШЭ

³ Институт археологии РАН

⁴ Кузбасский музей-заповедник «Томская Писаница»

В статье рассмотрены основные этапы проекта по комплексному цифровому документированию наскальных изображений Притомья. В 2021 г. был реализован первый этап работ, итогом которого стала адаптация ранее разработанных методов документирования к памятникам наскального искусства Притомья и оптимизация приёмов работы. В статье освещаются методы работы, а также особенности и перспективы комплексного документирования наскальных изображений Кузбасса.

Ключевые слова: наскальное искусство, Притомье, комплексное цифровое документирование наскальных изображений, методы спутниковой геодезии, аэрофотосъемка, фотограмметрия

COMPLEX DIGITAL DOCUMENTING OF THE TOM ROCK ART: GOALS AND TASKS OF THE PROJECT

Y. M. Svoyskiy^{1, 2, 3}, E. V. Romanenko¹,
E. A. Miklashevich^{3, 4}, I. V. Abolonkova^{3, 4}, E. S. Levanova³

¹ RSSDA Laboratory

² Institute for Oriental and Classical Studies, Higher School of Economics

³ Institute of Archaeology RAS

⁴ "Tomskaya Pisanitsa" Kuzbass Museum-Reserve

The paper considers main stages of the project on complex digital documenting of the river Tom basin rock art. The first stage of the project was implemented during 2021 and resulted with adaptation of the earlier developed documenting methods to the Tom rock art sites, and with optimization of the work ways. Specifics and perspectives of the complex documenting of the Kuzbass rock art are examined, as well as the methodology of the work.

Keywords: rock art, Tom River basin, complex digital documenting of rock art images, methods of satellite geodesy, aerial photography, photogrammetry

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФ №21-78-10121

«Разработка интерактивной методической инфраструктуры

для изучения и сохранения данных о памятниках наскального искусства России»

В 2021 г. Центр палеоискусства Института археологии РАН совместно с Лабораторией RSSDA (Remote Sensing and Spatial Data Analysis) и Кузбасским музеем-заповедником «Томская Писаница» приступили

к выполнению проекта по созданию информационно-методической системы, позволяющей объединить разнородные данные о памятниках наскального искусства Кузбасса. В проекте запланированы работы на 2021–

2024 гг. по комплексному цифровому документированию писаниц Притомья: Томская, Новоромановская I, Новоромановская II, Висячий Камень, Крутая I, Крутая II, Никольская, Тутальская.

Под «комплексным цифровым документированием» понимается следующий блок работ: картографирование всех местонахождений современными техническими средствами (плановая и перспективная аэрофотосъёмка, в отдельных случаях лазерное сканирование); документирование поверхностей с изображениями методами трёхмерного моделирования; пространственная привязка объектов с геодезической точностью; учёт и полевое описание объектов. За полевыми работами следует комплекс камеральных работ, который включает различные виды математической обработки пространственных данных (расчёт данных спутниковых наблюдений, фотограмметрические расчёты, построение ортофотопланов, цифровых моделей рельефа, полигональных моделей, формирование разнородных деривативов пространственных данных), подготовку описаний. Все данные, включая архивные материалы и материалы новейшего документирования, накапливаются в базе данных с элементами геоинформационной системы.

Полевые работы строятся исходя из принципа выполнения документирования на трёх уровнях детальности: уровень археологического микрорайона, уровень местонахождения наскального искусства, уровень поверхности с изображениями. Для обеспечения взаимосвязей между данными внедряется универсальная, построенная на топографическом принципе система индексирования, обеспечивающая присвоение уникальных идентификаторов местонахождениям и отдельным поверхностям с изображениями. Система индексирования не зависит от наименования памятников и устраняет не разрешаемую иными способами проблему множественности названий и индексов, под которыми памятники описаны различными исследователями. Связь с предыдущими исследова-

ниями обеспечивается внедрением в базу данных таблиц конкорданса.

Картографирование археологического микрорайона долины р. Томи на участке от д. Писаной до г. Юрги решает как задачу обеспечения исследований памятников наскального искусства современной топографической основой, так и задачу выявления иных археологических объектов. Такое картографирование предполагается выполнять комбинированной аэросъёмкой (воздушное лазерное сканирование с одновременной цифровой аэрофотосъёмкой) коридора долины р. Томи шириной 2 км с формированием массива геореференсированных пространственных данных (ортофотоплан, цифровая модель рельефа, классифицированное облако точек лазерных отражений). На основе этих материалов предполагается построение карты аномалий рельефа, предположительно связанных с археологическими объектами, и их использование в дальнейшем в качестве топографической основы для составления прогнозной археологической карты.

Для каждого из местонахождений наскального искусства выполняется комплекс работ по картографированию, основанный на перспективной съёмке с БПЛА. Его целью является построение трёхмерных карт местонахождений с детальностью, обеспечивающей точное позиционирование каждой поверхности с наскальными изображениями относительно мировой системы координат. Вследствие специфики местонахождений наскального искусства Притомья, для которых характерно расположение поверхностей на крутых скальных утёсах, возможности прямого GNSS-позиционирования ограничены как труднодоступностью поверхностей, так и маскированием спутникового сигнала склоном. Поэтому для позиционирования поверхностей применяется косвенный способ – формируется трёхмерная модель памятника в мировой системе координат, а затем на ней оконтуриваются поверхности с петроглифами и рассчитывается положение центровидов этих поверхностей. Для обеспечения возможности применения

Рис. 1. Центральная группа Томской писаницы.
Трёхмерная полигональная модель
скального утёса



косвенного способа позиционирования трёхмерные модели поверхностей должны иметь детальность (размер единичного полигона модели) 10 мм и менее, уверенное повторное обнаружение поверхности с изображениями обеспечивается при точности позиционирования ± 1 м. Эта точность вполне обеспечивается применяемым оборудованием и методиками расчётов.

Документирование отдельных поверхностей с изображениями выполняется методом трёхмерного моделирования фотограмметрическим способом, с обеспече-

нием детальности исходной модели порядка 0,01 мм и детальностью деривативов в диапазоне 0,1-0,4 мм, при этом для отдельных небольших фрагментов поверхностей формируются модели полной детальности (0,01 мм). Лазерное сканирование и сканирование структурированным светом для решения этой задачи не применяется, так как доступные сканеры не могут обеспечить требуемую точность и высокое качество фотографической текстуры. Специфической особенностью памятников наскального искусства Притомья является достаточно широкое распространение по-



Рис. 2. Одна из поверхностей с изображениями центральной группы Томской писаницы.
Трёхмерная полигональная модель с фотографической текстурой (а) и без неё (б)

верхностей с наскальными изображениями, расположенных на большой высоте при отсутствии к ним подходов. Такие поверхности в настоящее время документируются с использованием альпинистского снаряжения, в дальнейшем предполагается применять на них фотосъёмку камерой высокого разрешения с тяжёлого БПЛА.

К настоящему времени участниками проекта выполнен первый этап работ, целью которого являлась адаптация методов документирования к памятникам Притомья, оптимизация приёмов документирования и моделирования, уточнение комплектации применяемого оборудования. В рамках этого этапа осуществлено картографирование части местонахождения Томская писаница (3 съёмки, 13 аэросъёмочных полётов, 2334 фотоснимка) и документирование 21 поверхности с наскальными изображениями фотограмметрическим способом (7840 фотоснимков). На основе этих данных были сформированы исходные трёхмерные полигональные модели и облака точек скальных утёсов Томской писаницы с детальностью (размером полигона моделирования) 1,5 мм и трёхмерная карта с детальностью 2,5 мм (рис. 1), а также упрощённые веб-версии этих данных. Для поверхностей с изображениями сформированы исходные трёхмерные полигональные модели с детальностью не ниже 0,05 мм, рабочие модели с детальностью 0,1–0,4 мм (в зависимости от размеров поверхности) и их растровые изображения (рис. 2). Таким образом, в рамках первого этапа работ в основном выполнено создание цифровых образов наскальных изображений центральной группы Томской писаницы и их ландшафтного контекста*.

Дальнейшее развитие проекта планируется по трём основным направлениям:

1) Продолжение документирования местонахождений наскальных изображений Притомья с использованием наработанных на первом этапе проекта методик.

2) Систематизация собранных данных в геоинформационной системе, решающей задачи индексирования, структурирования, хранения собранных разнородных данных. На основе этой системы будет сформирован открытый интернет-ресурс «Наскальное искусство Кузбасса», обеспечивающий доступ к структурированным данным о памятниках, в том числе к веб-версиям трёхмерных полигональных моделей. Создание такого ресурса будет способствовать обмену данными между исследователями, работающими на памятниках долины р. Томи, и популяризации наскального искусства Кузбасса.

3) Применение собранных данных для решения практических задач, в первую очередь – для осуществления мониторинга состояния как изобразительных поверхностей, так и отдельных участков скального массива с изображениями, например, центральной группы изображений Томской писаницы. Работы, связанные с мониторингом состояния сохранности наскальных изображений Томской писаницы уже проводятся. Они основываются на натурном наблюдении, материалах периодического фотодокументирования и перкуссионной дефектоскопии. Проведение периодического цифрового документирования поверхностей с наскальными изображениями и их ландшафтного контекста, анализ полученных моделей различными вычислительными методами позволят определить количественные характеристики деструктивных процессов, при этом сами модели станут опорной документацией для реставрационных работ на памятнике. Применительно к центральной группе Томской писаницы наблюдение за изменениями рельефа на верхних участках склона позволит отслеживать воздействие этих изменений на сохранность расположенных ниже поверхностей с изображениями и организовывать превентивные консервационные работы на памятнике.

* В работах по комплексному цифровому документированию и моделированию 2021–2022 гг. приняли участие И. В. Аболонкова, Е. В. Романенко, Ю. М. Свойский, А. А. Зиганшина, А. Д. Клейменов, Ю. А. Миронова.