

Д.В. Черемисин^{1, 2}, В.В. Казаков^{2, 3}, К.Б. Жумадилов²,
В.С. Ковалев²

¹Институт археологии и этнографии СО РАН

²Новосибирский государственный университет

³Новосибирский государственный университет экономики и управления

E-mail: topsya@bk.ru

Применение современных информационных технологий в задачах документирования памятников наскального искусства Алтая

В статье представлены результаты исследований петроглифов Юго-Восточного Алтая в 2017 г. Задачи документирования памятников наскального искусства решались на основе применения современных информационных, геоинформационных технологий и методов визуализации и трехмерного моделирования скальных поверхностей с рисунками. Было продолжено картографирование ансамблей петроглифов долины р. Чеган и построение трехмерных моделей рельефа местности. Для аэросъемки местности использовался квадрокоптер. В результате проведенной работы более 200 объектов с фотографиями было заведено в закрытую информационную систему petrogis.mmc.nsu.ru, в т.ч. с помощью мобильного приложения. Было выполнено трехмерное моделирование крупного скального останца с концентрированным скоплением наскальных рисунков эпохи бронзы.

Ключевые слова: Юго-Восточный Алтай, Соок-Тыт, копирование петроглифов, картографирование, 3D-моделирование рельефа местности, квадрокоптер, базы данных, мобильные приложения, ГИС.

D.V. Cheremisin^{1, 2}, V.V. Kazakov^{2, 3}, K.B. Zhumadilov²,
V.S. Kovalev²

¹Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS

²Novosibirsk State University

³Novosibirsk State University of Economics and Management

E-mail: topsya@bk.ru

Application of Modern Information Technologies for Documenting the Altai Rock Art

The article presents the results of studies of petroglyphs from the southeastern Altai in 2017. The tasks of documenting the monuments of rock art, which occur there on a large territory, were solved using modern information and geoinformation technologies and methods of visualization and three-dimensional modeling of rock surfaces with drawings. Mapping of the petroglyphs of the Chagan Valley and the construction of the three-dimensional models of the terrain were continued. A quadcopter was used for aerial survey. As a result of the works, over 200 objects with photographs were entered into the closed information system petrogis.mmc.nsu.ru; a mobile application was also used for that purpose. A three-dimensional modeling of a large rock outcrop with the concentrated cluster of petroglyphs of the Bronze Age was carried out.

Keywords: southeastern Altai, Sook-Tyt site, mapping of petroglyphs, cartography, 3D-terrain relief modeling, quadcopter, databases, mobile application, GIS.

Наскальные рисунки на юго-востоке Российского Алтая изучаются археологами со второй половины прошлого века. Основные местонахождения – комплексы разновременных изображений на скальных выходах, останцах и моренных глы-

бах расположены в бассейне р. Чуи и ее притоков в отрогах Сайлюгема и Южно-Чуйского хребта [Кубарев, Маточкин, 1992, с. 49–55]. Наиболее крупные скопления, включающие в себя тысячи фигур и композиций, сконцентрированы в до-

линах рек, текущих с ледников Южно-Чуйского хребта. В долине р. Елангаш с 1969 по 1983 г. археологической экспедицией под руководством Е.А. Окладниковой картографированы и скопированы ок. 30 тыс. наскальных фигур начиная с эпохи бронзы (III тыс. до н.э.) до современности [Окладникова, Слободзян, 2009, с. 10].

Часть прорисовок опубликована в серии альбомов, посвященных петроглифам Горного Алтая, с кратким описанием и аналитическими заключениями относительно хронологии и культурной принадлежности. В те же годы Е.А. Окладниковой были проведены разведки в междуречье рек Елангаш, Ак-Кол, Кара-Оюк и Чаган, наиболее интересные материалы публиковались в отдельных статьях. Недавно опубликована коллекция карандашных прорисовок петроглифов этих локусов на кальку [Окладникова, Слободзян, 2012]. Для современных исследователей очевидны недостатки – схематичность копий, выполненных 30–40 лет назад, условность географических привязок, краткость описаний.

Развитие методов исследований памятников наскального искусства, в т.ч. использование цифровой фотографии, навигационных сервисов, современных информационных и геоинформационных технологий, методов моделирования рельефа, позволяет вновь обратиться к ансамблям петроглифов Юго-Восточного Алтая, уточнить полученные ранее выводы, расширить представление о региональных стилях, сюжетах, технике нанесения петроглифов (см.: [Черемисин, 2003; Черемисин, Миклашевич, Бове, 2013; Черемисин и др., 2016; и др.]).

Первичной задачей петроглифоведения в данном направлении видится обширное документирование памятника и его объектов, опирающееся на современные информационные технологии. Так, цифровая фотография может предоставить для изучения фотоснимок высокого разрешения, отображающий скальный рисунок более точно, чем рисунок, выполненный специалистом вручную. Системы навигации GPS/GLONASS и др. позволяют определить географическое местоположение объекта с точностью порядка 10 см – 1 м и таким образом достаточно точно зафиксировать расположение рисунков друг относительно друга и относительно рельефа местности. Современные веб-технологии позволяют публиковать полученные данные в кратчайшие сроки и с минимумом трудозатрат, обеспечивая своевременный доступ исследователей из любой точки мира к собранным в поле данным.

Документирование (получение графических копий, описание) отдельных фрагментов ансамблей наскальных изображений, наиболее интерес-

ных с точки зрения стилистических особенностей или содержания, не передает всю полноту сведений об археологическом памятнике. Такой объем данных не обеспечивает полноты первичного документирования и возможности участия в изучении памятника удаленного исследователя. В целях первичного документирования важно представить как можно более полную коллекцию графических копий наскальных рисунков, а также информацию об их географическом местоположении на карте местности в высоком разрешении.

В ходе экспедиционных работ в 2016 г. коллективом исследователей – авторов статьи в пилотном режиме были документированы местоположения ок. 50 локальных скоплений петроглифов с помощью GPS. Впоследствии на основе этих данных и картографического сервиса Google Maps была построена закрытая информационная система petrogis.mmc.nsu.ru (рис. 1, слева). Система позволяет видеть относительное расположение и количество наскальных рисунков. Каждый объект может быть снабжен фотографией и атрибутирован (включены данные о технике нанесения, относительной датировке, принадлежности к той или иной изобразительной традиции, стилю и т.п.). В системе реализован способ фильтрации отображаемых маркеров на карте по любому из этих параметров.

Для оптимизации процессов сбора и занесения в базу данных географических координат объектов и фотографий в 2017 г. авторами статьи было разработано эксклюзивное приложение для мобильных устройств – телефонов, планшетов и т.п. под управлением ОС Android (рис. 1, справа). Для документации наскального рисунка или поверхности с использованием мобильного приложения достаточно сфотографировать мобильным устройством объект, ввести наименование и нажать кнопку «Push». Объект сохранится во внутреннюю базу данных устройства, при этом географические координаты вычисляются автоматически встроенным GPS-модулем регистрирующего устройства.

Приложение работает автономно, без обращения к сети Интернет. При этом при попадании в зону доступа Интернет есть возможность запустить синхронизацию с центральной информационной системой для внесения на сайт собранной информации о наскальных рисунках. В ходе полевых работ использовалось одновременно два устройства с приложениями для документирования местоположения петроглифов и было создано порядка 200 записей в базе данных. Еще ок. 400 записей выполнены традиционным методом снятия геолокационных показаний с навигатора типа Garmin, они будут импортированы в информационную систему отдельным программным скриптом. В дальнейшем



Рис. 1. Веб-интерфейс информационной системы petrogis.mmc.ru (слева) и интерфейс мобильного приложения для быстрого внесения объектов (справа).

планируется полный переход на документирование с помощью мобильного приложения.

Разработанное мобильное приложение выполняет также и другую важную функцию – помогает найти петроглиф на местности по информации из базы данных. На карте отображается маркер текущего местоположения устройства и направление движения. При помощи данной функции нами осуществлялся в т.ч. поиск нужной скальной поверхности в темное время суток с целью проведения 3D-сканирования (использовался сканер на основе структурированного подсвета, который эффективно работает только в темных условиях) [Черемсин и др., 2016].

Атрибутирование петроглифов в информационной системе может производиться уже в лабораторных условиях. Так, каждому изображению, выполненному на низкокачественную камеру мобильного устройства, могут быть сопоставлены изображения с профессионального цифрового фотоаппарата. На основе имеющихся изображений заполняются поля о технике нанесения, относительной датировке, принадлежности к тому или иному стилю и т.п.

Отметим, что исследуемое пространство (долина р. Чаган) до сегодняшнего дня неудовлетворительно представлено в существующих доступных картах и картографических сервисах, поэтому в рамках экспедиции был выполнен ряд мероприятий по картографированию местности. Так, было запланировано построение карты высокого разре-

шения и трехмерной модели местности с концентрированным скоплением наскальных рисунков протяженностью 800×500 м ($0,4$ км²). Фото- и видеоданные для построения модели и карты местности собирались с помощью квадрокоптера DJI Phantom 3 Professional. Полученные фото-/видеоматериалы могут быть преобразованы в трехмерную модель местности со скальными поверхностями и петроглифами программой Agisoft PhotoScan (рис. 2, вверху). К настоящему времени была выполнена компиляция трехмерной модели участка карты размером 300×400 м.

Другой способ 3D-моделирования участка местности – с помощью наземного фотографирования – был опробован на крупном скальном останце в урочище Узунжол с концентрированным скоплением наскальных рисунков эпохи бронзы (рис. 2, внизу). Многофигурные композиции, воспроизводящие сцены перекочевки с выючными быками и «гриболовыми» персонажами, нанесены на вертикальные и горизонтальные поверхности камня. Трехмерное моделирование выполнено методом фотограмметрии на основании ок. 200 фотографий, снятых полнокадровой фотокамерой Nikon D610 с 60-миллиметровым объективом. Отдельно той же фотокамерой были сняты поверхности с петроглифами в высоком разрешении. Черновой, низкополигональный результат моделирования размещен в Интернете по адресу <https://3d.nsu.ru/view/203>. В течение 2017–2018 гг. планируется апробация на-

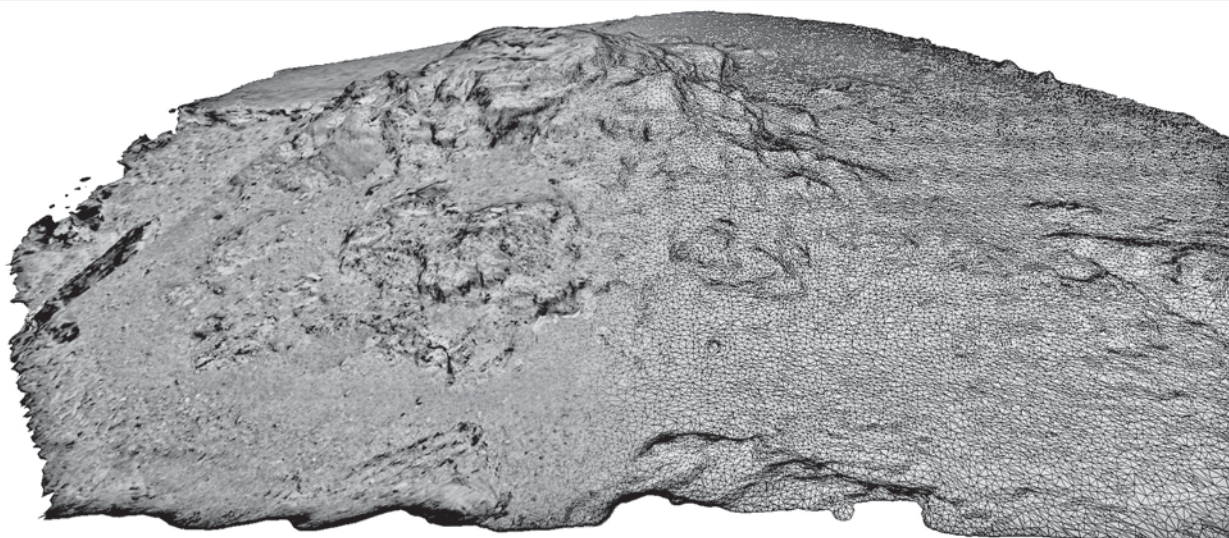
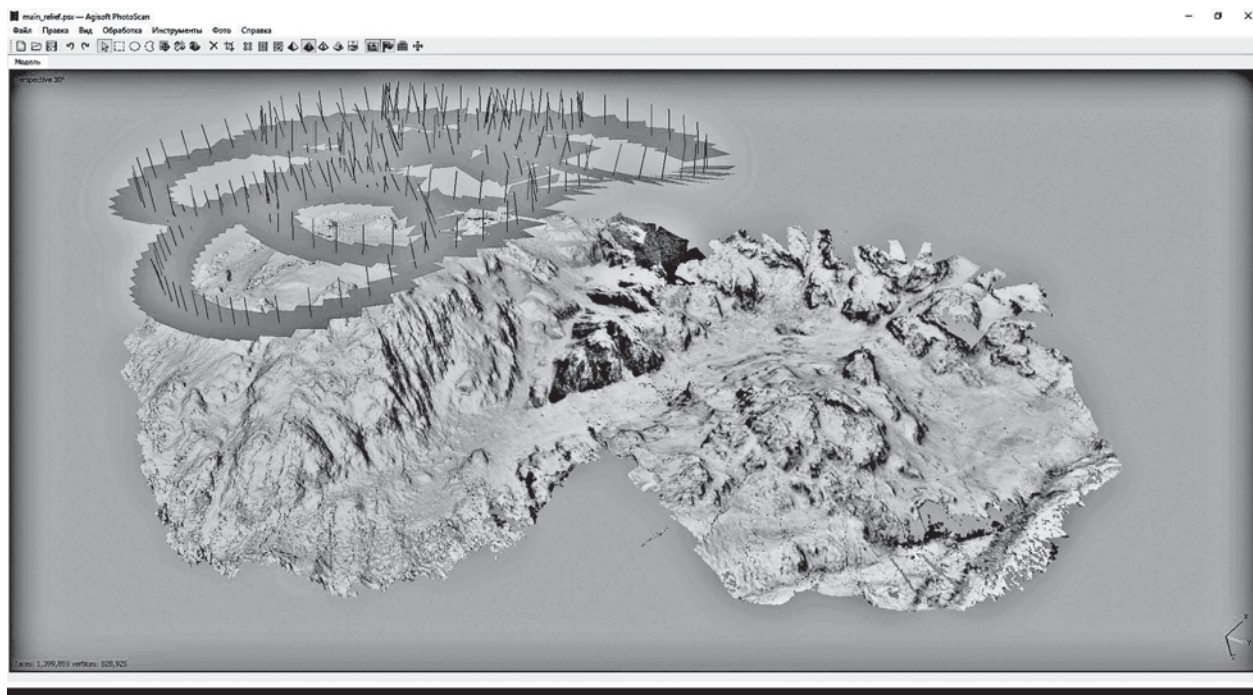


Рис. 2. Моделирование рельефа местности в программе Agisoft PhotoScan (вверху) и трехмерная модель крупного скального останца в урочище Узунжол (внизу).

несения на данную модель текстур с изображением петроглифов в высоком разрешении.

К сожалению, на сегодняшний момент возможности настройки картографических сервисов Google или Yandex позволяют интеграцию только плоских произвольных карт, но не объемных рельефов местности. В то же время такие модели могут представляться независимо от геоинформационных сервисов в специальных трехмерных веб-вьюерах.

Таким образом, в 2017 г. коллективом авторов были опробованы методы документирования петроглифов р. Чаган в информационную систему petrogis.mmc.nsu.ru, в т.ч. с помощью мобильного

приложения. В базу данных было занесено ок. 200 объектов с фотографиями. Была проведена аэрофотосъемка с квадрокоптера для выполнения трехмерного моделирования и картографирования местности, а также трехмерное моделирование крупного скального останца с концентрированным скоплением наскальных рисунков эпохи бронзы.

Список литературы

- Кубарев В.Д., Маточкин Е.П. Петроглифы Алтая. – Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 1992. – 124 с.
- Окладникова Е.А., Слободзян М.Б. Наскальные рисунки северных склонов Южно-Чуйского хребта (Гор-

ный Алтай) // Свод археологических источников Кунсткамеры. – СПб.: МАЭ РАН, 2009. – Вып. 2. – С. 9–85.

Черемисин Д.В. Наскальная композиция с изображением колесницы и «танцоров» из Чаганки (Кара-Оюка), Алтай // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2003. – № 4. – С. 57–63.

Черемисин Д.В., Казаков В.В., Ковалев В.С., Жумадилов К.Б. 3D-моделирование наскальных рисунков Алтая с помощью трехмерного сканирования и фотограмметрии // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2016. – Т. XXII. – С. 466–469.

Черемисин Д.В., Миклашевич Е.А., Бове Л.Л. Документирование наскальных изображений юго-восточного и центрального Алтая в 2013 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2013. – С. 369–373.

References

Cheremisin D.V. Naskal'naya kompozitsiya s izobrazheniem kolesnitsy i "tantsorov" iz Chaganki (Kara-Oyuka),

Altai. *Archaeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*. 2003, No. 4, pp. 57–63 (in Russ.).

Cheremisin D.V., Kazakov V.V., Kovalev V.S., Zhumadilov K.B. 3D-modelirovanie naskal'nykh risunkov Altaya s pomoshch'yu trekhmernogo skanirovaniya i fotogrammetrii. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2016, vol. XXII, pp. 466–469 (in Russ.).

Cheremisin D.V., Miklashevich E.A., Bove L.L. Dokumentirovanie naskal'nykh izobrazhenii yugovostochnogo i tsentral'nogo Altaya v 2013 godu. *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2013, pp. 369–373 (in Russ.).

Kubarev V.D., Matochkin E.P. Petroglify Altaya. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 1992, 124 p. (in Russ.).

Okladnikova E.A., Slobodzyan M.B. Naskal'nye risunki severnykh sklonov Yuzhno-Chuiskogo khrebta (Gornyi Altai). In *Svod arkheologicheskikh istochnikov Kunstkamery*. St. Petersburg: MAE RAS, 2009, iss. 2, pp. 9–85 (in Russ.).