



DOI: 10.18503/1992-0431-2023-2-80-193–219

ПЛАВАЮЩИЕ КАМНИ. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВАЛУНОВ С ПЕТРОГЛИФАМИ НА МЕСТОНАХОЖДЕНИЯХ СИКАЧИ-АЛЯН

Ю.М. Свойский^{1, 2, 3}, Е.С. Леванова², Е.В. Романенко³

¹ Научно-исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

² Институт археологии Российской академии наук, Москва, Россия

³ Лаборатория RSSDA, Москва, Россия

¹ E-mail: rutil28@gmail.com

² E-mail: maraveriza@gmail.com

³ E-mail: ekaterina.romanenko@gmail.com

¹ ORCID: 0000-0001-6256-4299

² ORCID: 0000-0003-3984-1950

³ ORCID: 0000-0001-5138-9202

Амурские местонахождения петроглифов Сикачи-Алян (Хабаровский край) среди памятников наскального искусства России и мира выделяются своей «движимостью». Петроглифы здесь обнаруживаются на валунах, расположенных в пойме р. Амур и ежегодно подвергаются воздействию паводков и ледоходов. Вполне очевидно, что валуны при этом могут перемещаться, а петроглифы – разрушаться. Однако количественные характеристики этих перемещений до недавнего времени получить не удавалось, что приводило исследователей к ошибочным выводам о характере движения валунов. В рамках совместного проекта ИА РАН и Хабаровского краевого центра охраны памятников истории и культуры по мониторингу состояния петроглифов Нижнего Амура и Усури на местонахождениях Сикачи-Алян I и Сикачи-Алян II в 2017–2021 гг. была выполнена аэрофотосъемка с БПЛА, по результатам обработки которой были построены ортофотопланы и цифровые модели рельефа участков распространения валунов с петроглифами в пойме. Сопоставление этих данных позволило объективно определить численные характеристики перемещений валунов с петроглифами и оценить степень воздействия паводков и ледоходов на сохранность памятника наскального искусства.

Ключевые слова: наскальное искусство, петроглифы, мониторинг, факторы разрушения, Нижний Амур

Данные об авторах. Юрий Михайлович Свойский – инженер Института классического Востока и античности НИУ «Высшая школа экономики», сотрудник Центра палеоискусства ИА РАН; Елена Сергеевна Леванова – кандидат исторических наук, заведующая Центром палеоискусства ИА РАН; Екатерина Васильевна Романенко – сотрудник Лаборатория RSSDA.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РНФ, проект № 21-78-10121 «Разработка интерактивной методической инфраструктуры для изучения и сохранения данных о памятниках наскального искусства России».

«...Петроглифы здесь рассеяны в настоящих лабиринтах базальтовых глыб и обнаруживаются нередко внезапно, самым неожиданным образом, на самых неожиданных местах. Но по той же причине вновь найденные рисунки столь же легко и потерять в хаосе дикого необработанного камня».

А.П. Окладников. *Петроглифы Нижнего Амура* (1971, 3)

Наскальное искусство – широко распространенный вид историко-культурного наследия, представляющий собой недвижимую часть материальной культуры, созданную в неразрывной связи с природными ландшафтами. Наскальные рисунки и петроглифы можно найти в пещерах или на открытом воздухе, на берегах водоемов и в высокогорных районах, и по этой причине они не изолированы от действующих гидрологических, климатических, биологических процессов, изменяющих сложную и ранимую экологическую систему. На протяжении длительного времени все эти факторы в большей или меньшей степени оказывают влияние на сохранность петроглифов и окружающего их природного ландшафта.

Невозможно даже с долей вероятности ответить на вопрос, сколько местонахождений наскального искусства не сохранилось до наших дней и было утрачено вследствие деструктивного природного воздействия. Анализ изменений экологической обстановки и влияния конкретных природных факторов во многих случаях позволяет проследить тенденцию к сохранности или, наоборот, к ухудшению состояния памятников наскального искусства. К сожалению, опыт наблюдения за жизнью таких памятников показывает, что превалируют деструктивные тенденции, и задача исследователей – объективно оценить угрозы и разработать методики наблюдения и сохранения этих объектов.

На территории России расположено множество памятников, сохранность которых находится под угрозой. Одним из самых ярких примеров являются памятники наскального искусства Дальнего Востока России (Хабаровский край). В литературе этот регион получил название «Амура-Уссурийская провинция наскального искусства»¹. Данный термин объединяет группу памятников наскального искусства в низовьях Амура и Уссури (на границе России и Китая). Эти реки, расположенные на юге и севере региона, в древности были одними из основных путей миграции населения с материка, через горные хребты, к побережью Тихого океана. Это памятники Сикачи-Алян, Шереметьево, Кия, Калиновка, а также утерянные памятники Май и Медвежьи Щеки.

Группа местонахождений петроглифов Сикачи-Алян находится на правом берегу р. Амур и Малышевской протоки Амура в районе с. Малышево и нанайского национального с. Сикачи-Алян. Это крупнейшее дальневосточное скопление петроглифов, которые выполнены на базальтовых валунах, расположенных в прибрежной полосе. Известно более 120 массивных базальтовых глыб с петроглифами, локализующихся в шести пунктах (на протяжении 6 км береговой линии). Лишь небольшая часть изображений выбита или вырезана на вертикальных скальных выступах цокольных террас, также сложенных базальтами. Петроглифы

¹ Дэвлет, Дэвлет 2005, 12–13.

на основании сопоставления особенностей изображений с материалами археологических культур региона датируются от эпохи неолита (X тыс. до н.э.) до раннего средневековья (IV–XIII вв.)².

Главная особенность этого уникального местонахождения наскального искусства состоит в том, что его элементы находятся в постоянном движении под воздействием природных сил Амура (паводков и ледоходов)³. Каждый год исследователи «теряют» уже известные изображения, но находят ранее невидимые. При низком уровне воды и в случаях перемещения камня на другие грани, а также при выветривании и вымывании песчаных отложений можно обнаружить новые петроглифы⁴. Факт ежегодного выявления новых изображений еще раз подтверждает, что памятник является своего рода «живой» системой: камни могут оказаться перемещенными, перевернутыми, замываемыми песком или илом, однако что-то может быть утрачено бесследно, оказавшись на дне реки или погребенным под слоем песка.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Проблема воздействия реки на местонахождения петроглифов Нижнего Амура упоминалась еще первыми исследователями этих памятников. Так, американский востоковед Бертольд Лауфер, участник Джесуповской Северо-Тихоокеанской экспедиции Американского музея естественной истории, побывавший на местонахождении Сикачи-Алян II (второй пункт)⁵ весной 1899 г., отметил, что большинство камней было затоплено и оказалось недоступно для осмотра, а некоторые валуны, частично засыпанные песком, были раскопаны, но все равно оказались покрыты им⁶ (по-видимому, он имел в виду глинистую корку). «Исключительных размеров наводнение» помешало и этнографу Л.Я. Штернбергу, предпринявшему попытку фотосъемки петроглифов в 1910 г.⁷

Подробнее о процессах, воздействующих на сикачи-альянские валуны с петроглифами, писал А.П. Окладников, который впервые побывал на Нижнем Амуре в 1935 г. и в 1960-е гг. предпринял масштабное исследование дальневосточных петроглифов. Он очень ярко описал крайне специфические особенности своей работы, связанные с тем, что «поиски петроглифов, систематическое описание изображений затрудняются не только тем, что нужно ждать неделями, даже месяцами милости Амура, дожидаться времени, когда его вода начнет падать и многие камни с изображениями, до тех пор скрытые под водой, станут постепенно выступать из мутных волн Амура... И даже после этого, после того как прошла зима и наступила весна, может наступить горькое разочарование. Там, где лежал

² Дэвлет, Ласкин 2015б.

³ Дэвлет, Ласкин 2017, 263–264.

⁴ Ласкин 2014, 64.

⁵ Местонахождения петроглифов Сикачи-Алян, начиная с работ А.П. Окладникова, традиционно именуются «пунктами», например «Сикачи-Алян пункт II», «Сикачи-Алян пункт 2», «второй пункт Сикачи-Аляна» и т.п. Здесь и далее для местонахождений петроглифов применяется унифицированная система наименований, в которой каждый из «пунктов» рассматривается как отдельное местонахождение, например «Сикачи-Алян II».

⁶ Laufer 1899, 749.

⁷ Окладников 1971, 10.

когда-то хорошо знакомый камень с рисунками, его не окажется. Его замочет и занесет песком, или камень перевернет вниз рисунками ледоход, а то и совсем завалит другими глыбами»⁸. Однако А.П. Окладников отдельно не рассматривал проблемы количественной оценки перемещения аллювия в пределах местонахождений петроглифов Сикачи-Алян, механизма и степени воздействия реки на камни с петроглифами. Между тем понимание геоморфологических процессов, происходящих в пойме Амура, критически важно как для определения возраста петроглифов, выбитых на валунах, так и для прогнозирования изменений, происходящих на памятнике.

В пределах местонахождений Сикачи-Алян I и Сикачи-Алян II известен ряд валунов, зажатых другими валунами таким образом, что выбитые на них изображения труднодоступны или вообще недоступны. Несомненно, они не могли быть выбиты при наблюдаемом сегодня положении валунов и оказались заваленными другими камнями в результате воздействия комплекса экзогенных геологических процессов. Кроме того, ориентировка изображения на ряде валунов указывает на то, что петроглифы выбивались при разных положениях камня. Таких валунов достаточно много – один на Сикачи-Аляне I (№ 8 по А.П. Окладникову) и три на Сикачи-Аляне II (№ 25, 45/48 и 51). Это достаточно крупные камни, поэтому представляется крайне маловероятным, что валуны сознательно были перевернуты для нанесения на них нового рисунка. Эти наблюдения показывают, что перемещение валунов с петроглифами на Сикачи-Аляне I и Сикачи-Аляне II происходило в течение достаточно длительного промежутка времени. Оценить его, однако, затруднительно за отсутствием объективных количественных данных о масштабе этих перемещений. Кроме указанных выше, на этих двух местонахождениях имеется несколько камней, которые находились в перевернутом состоянии до момента их первого документирования. Это валуны № 17 (по А.П. Окладникову) и № 02 и 05 на Сикачи-Аляне I, а также № 65 (по А.П. Окладникову) и № 04 (по А.Р. Ласкину) на Сикачи-Аляне II. В большинстве своем они находятся в низкой пойме (№ 02, 04, 05) или в прирусловом вале (№ 17), однако № 65 расположен на бровке первой надпойменной террасы⁹.

Впервые проблема выявления и оценки масштаба и непосредственных причин перемещения валунов с петроглифами на местонахождениях Сикачи-Алян была поставлена архитектором М.И. Горновой (2000 г.), предпринявшей проект по сохранению памятника и организовавшей перемещение четырех валунов с петроглифами из поймы р. Амур на поверхность первой надпойменной террасы. С 2003 г. эта проблема изучалась А.Р. Ласкиным, а затем, после катастрофического наводнения 2013 г., исследовалась им совместно с Е.Г. Дэвлет¹⁰. Методика этих исследований была основана на а) исследовании архивных данных об уровне Амура за период с 1896 г. и б) сопоставлении схем А.П. Окладникова (1971 г.) с топографическими планами «Хабаровскгражданпроекта» (2003 г.) и результатами собственных измерений положения камней бытовыми GPS-приемниками (2013–2015 гг.).

⁸ Окладников 1971, 3.

⁹ Каталог камней и поверхностей с петроглифами доступен по ссылке: <https://aurockart.ru/catalog/>

¹⁰ Ласкин 2014; Дэвлет, Ласкин 2015а; Дэвлет, Ласкин 2017; Дэвлет и др. 2018.



Рис. 1. Схема расположения местонахождений петроглифов и гидропостов на Нижнем Амуре

Fig. 1. Locations of petroglyph sites and gauging stations on the Lower Amur River

В результате исследования архивных данных были получены следующие результаты: «С 1896 г. в управлении Амурского речного пароходства в г. Хабаровске хранятся сведения об уровне воды в р. Амур. Ближайший к Сикачи-Алян водомерный пост № 18 находится в г. Хабаровск (60 км выше по течению Амура), что позволяет применять его данные и для памятника наскального искусства у с. Сикачи-Алян. По данным гидрологического поста, средний многолетний уровень Амура у Хабаровска составляет +35 см, в летнем периоде – +270 см. За весь период наблюдений был замерен уровень 106 паводков, их среднее значение составило 446 см¹¹. Случаются на Амуре и аномальные паводки: в 1897 г. – 642 см, в 2013 г. – 808 см. В результате проведенных в 2014–2015 гг. исследований установлено: во время наводнения 2013 г., когда уровень воды в Амуре достиг исторического максимума, все пункты Сикачи-Аляна вода закрыла полностью»¹².

Эти выводы требуют некоторого уточнения. Анализ сведений о водомерных постах (рис. 1) показывает, что гидропост в Хабаровске находится в 71–69 км выше по течению, в то время как гидропост в поселке Елабуга находится в 18–20 км от местонахождений Сикачи-Алян I и II соответственно. При средней скорости течения Амура 1,2 м/с изменение уровня воды в Хабаровске теоретически достигает Сикачи-Аляна примерно за 19,4 часа, разница с Елабугой при этом составляет около 5,2 часа. Однако поперечный профиль русла Амура в Хабаровске характеризуется относительно небольшой шириной (1,5 км) и большей глубиной русла, кроме того, ниже Хабаровска в Амуре впадает Тунгуска со среднегодовым

¹¹ Дэвлет, Ласкин 2017, 253.

¹² Дэвлет, Ласкин 2017, 253.

расходом 408 м³/с со своим специфическим режимом. После этого русло расширяется, его продольный профиль становится более пологим, а течение замедляется с увеличением отложения наносов. На участке Сикачи-Алян – Елабуга суммарная ширина русла с учетом протоков составляет уже 3 км. Геоморфологическая и гидрологическая обстановка на этом интервале позволяет предположить, что гидропост «Елабуга» представляется более надежным источником сведений о динамике уровня р. Амур на участке распространения петроглифов.

Для проверки этого предположения был выполнен анализ корреляции уровня на местонахождениях петроглифов с уровнями на гидропостах «Хабаровск» и «Елабуга». Для этого уровни воды, полученные на гидропостах на даты съемок, были приведены к Балтийским высотам путем прибавления значения уровня, измеренного на гидропосту, к отметке нуля шкалы в Балтийской системе (30,69 м для гидропоста «Хабаровск», 25,49 м для гидропоста «Елабуга»). Высоты уровня воды на местонахождениях Сикачи-Алян I и II были определены по цифровым моделям поверхности, полученным фотограмметрической обработкой аэроснимков. Сопоставление этих данных для четырех случаев показало, что разница между уровнем Амура на местонахождениях петроглифов Сикачи-Алян и на гидропостах в среднем составляет: +4,27 м для гидропоста «Хабаровск» и –0,11 м для гидропоста «Елабуга». Эти данные позволяют уточнить уклон русла Амура, составляющий на участке Хабаровск – Сикачи-Алян 6 см/км, а на участке Сикачи-Алян – Елабуга – 0,6 см/км. Таким образом, данные с гидропоста «Елабуга» лучше отражают фактический уровень Амура (и динамику паводков) на местонахождениях петроглифов Сикачи-Алян. Приводимые авторами данные о положении уреза воды не могут быть практически использованы, так как отражают обстановку на гидропосту «Хабаровск», а не на местонахождениях петроглифов.

В статьях А.Р. Ласкина и Е.Г. Дэвлет повторяется тезис о том, что за 60 лет, прошедших со времени работ А.П. Окладникова, в первом и втором пунктах Сикачи-Альяна более 25 камней с изображениями оказались перевернутыми или перемещенными на расстояние от 0,2 до 55 м¹³. Эти наблюдения основаны на сопоставлении глазомерной съемки, которая проводилась в 1960-е гг. сотрудниками экспедиции А.П. Окладникова, обследовании памятника с целью установления изменения местоположения камней с петроглифами в 2000 г. и инструментальной топосъемки 2003 г., выполненной специалистами «Хабаровскгражданпроекта»¹⁴. К сожалению, авторы не описывают метод сопоставления планов и уже в 2018 г. начинают оговаривать, что «сравнение этих материалов не может считаться надежным инструментом контроля за положением валунов»¹⁵.

Действительно, материалы глазомерных съемок Окладникова не могут считаться сколько-нибудь надежным источником данных о положении валунов с петроглифами. Причины заключаются прежде всего в том, что на тот момент развития способов документирования не придавалось серьезного значения точности картографирования памятников наскального искусства. Именно поэтому, в условиях «движимого наскального искусства» Сикачи-Альяна, исследователи 2000-х гг. столкнулись с проблемой поиска и идентификации отдельных камней

¹³ Дэвлет, Ласкин 2017, 254; Дэвлет и др. 2018, 30.

¹⁴ Дэвлет, Ласкин 2017, 254–255.

¹⁵ Дэвлет и др. 2018, 30.

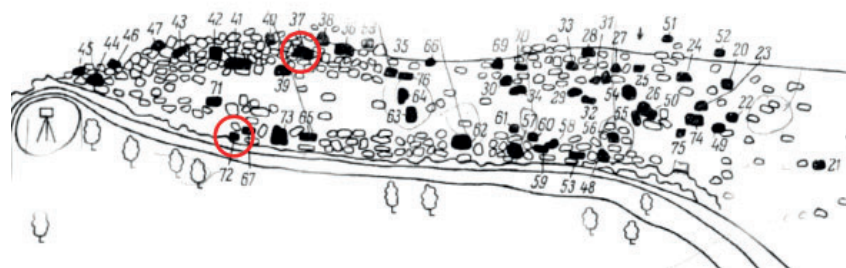


Рис. 2. Схема расположения валунов с петроглифами на местонахождении Сикачи-Алян II (по: Окладников, 1971). Обозначено положение валунов № 37 и 72, фактически эти изображения наблюдаются на одном камне (№ 37)

Fig. 2. Locations of boulders with petroglyphs at the Sikachi-Alyan II site (after Okladnikov, 1971). The position of boulders with petroglyphs No. 37 and 72 is indicated, in fact, both of these images are observed on one stone (No. 37)



Рис. 3. Схема расположения валунов с петроглифами на местонахождении Сикачи-Алян II (по: Окладников, 1971). Обозначено положение неверно нанесенных валунов № 63 и 64

Fig. 3. Locations of boulders with petroglyphs at the Sikachi-Alyan II site (after Okladnikov, 1971). The position of incorrectly drawn boulders No. 63 and 64 is indicated

с петроглифами. Систематическое картографирование местонахождения Сикачи-Алян II с документированием доступных валунов с петроглифами показало, что при подготовке публикации у А.П. Окладникова по крайней мере в двух случаях произошло «задвоение» валунов с петроглифами. Так, рисунки на валунах № 37 и 72 найдены нами выбитыми на одном камне (№ 37 на схеме, см. рис. 2). Выборочная проверка корректности схемы Сикачи-Альяна II показала, что четко выраженной и стабильной группе из трех камней, обозначенных на схеме как № 26, 55, 50 фактически соответствуют камни, обозначенные в тексте публикации и на иллюстрациях как № 48, 54 и 25. Аналогичным образом на схеме неверно нанесены валуны № 63 и 64 (художник закрасил на схеме не те камни), что в дальнейшем привело исследователей к ошибочному выводу об их перемещении (рис. 3). Эти наблюдения вполне достаточны, чтобы признать схемы А.П. Окладникова не вполне достоверными. Причиной, по-видимому, является невнимательность непосредственного исполнителя схем, не выполнившего проверку соответствия номеров на схеме номерам в тексте и на иллюстрациях.

Планы «Хабаровскгражданпроекта» выполнены на хорошем для 2003 г. техническом уровне и достаточно точно отражают обстановку на местонахождениях петроглифов на этот момент. Их использование для сопоставления с материалами А.П. Окладникова существенно затруднено тем, что планы «Хабаровскгражданпроекта» не могут быть совмещены со схемами А.П. Окладникова точными методами и единственной возможностью совмещений является «наложение с подгонкой масштаба» в графическом редакторе.

Как следствие, попытка сопоставления указанных материалов дала совершенно фантастическую картину броуновского движения валунов в пойме Амура¹⁶. Большая часть векторов перемещения (валуны № 31, 40, 51, 55, 63, 64, 68, 69) оказались направленными против течения реки, причем валун 69 переместился на 55 м вверх по течению. Исследователи объяснили это «гидрологическими особенностями Амура в данном месте. Рельефно выступающий мыс Гася и залив, расположенный ниже по его течению, а также большие глубины и скорость течения образуют здесь обособленное место с водоворотами и обратным течением»¹⁷. Однако такой вывод, во-первых, не соответствует наблюдаемой на этом участке гидрологической обстановке (течение Амура здесь достаточно ламинарно, что подтверждается стабильным формированием валунной косы, протянувшейся от мыса Гася), а во-вторых – не объясняет отсутствия признаков перемещения других валунов на этом участке в направлении, противоположном направлению течения. Одновременно расположенные в восточной части местонахождения камни № 20, 22, 29, 48 51, 55, согласно опубликованной авторами схеме, хаотически перемещались в различных направлениях (в том числе противоположных) на значительные расстояния, но, за единственным исключением, ни один камень не сместился вниз по течению. Рационального объяснения этому нет.

Нами была выполнена попытка независимого совмещения планов «Хабаровскгражданпроекта» со схемами А.П. Окладникова. Она оказалась неудачной, так как на схемах не нашлось достаточного числа точек, которые могли быть корректно совмещены с камнями, нанесенными на планы. Применить планы «Хабаровскгражданпроекта» для сопоставления с данными современной аэросъемки также не удалось, так как на планах отсутствуют координатные данные, реперы и надежные ориентиры в пределах поймы. Привязка же «по наблюдаемым камням» ненадежна, так как не имеется данных, перемещались валуны или нет во время паводка 2013 г. Поэтому остается констатировать, что использование архивных материалов также не дает достаточных оснований для количественной оценки перемещения валунов с петроглифами.

В 2013–2016 гг. данные о положении камней собирались А.Р. Ласкиным и Е.Г. Дэвлет с помощью бытовых (навигационных) GPS-приемников. Полевая проверка этих данных была выполнена нами совместно с ними осенью 2016 г., а в 2017 г. они были сопоставлены с данными аэросъемки, осуществленной с привязкой к опорной сети, полученной на основе дифференциальных GNSS-измерений. Эти исследования показали, что измерения 2013–2016 гг. были выполнены с погрешностями, не позволяющими использовать эти данные даже для целей повторного поиска валунов. Ошибки определения координат достигали 15–20 м и редко

¹⁶ Дэвлет, Ласкин 2017, 257.

¹⁷ Дэвлет, Ласкин 2017, 257.

оказывались менее 10 м, фактически любые совпадения были случайны. Объясняется это отнюдь не нерадивостью исследователей, но комплексом технических и природных факторов, в том числе специфичных для Нижнего Амура. Технические факторы связаны преимущественно с использованием навигационных приемников, принимавших только одночастотный сигнал GPS и не принимавших сигналы систем позиционирования ГЛОНАСС и «Бэйдоу». Между тем в силу особенностей конфигурации спутниковой группировки GPS район Нижнего Амура даже в настоящее время (2023 г.) находится в зоне низкого качества позиционирования, в период выполнения измерений ситуация была еще хуже. Одновременно, вследствие выполнения измерений в разные дни и разное время суток, сигнал L1 принимался приемником при различных комбинациях спутниковой группировки, что приводило к тому, что ошибки планового позиционирования оказывались различно направленными. На чисто технические факторы накладывалось и воздействие ландшафта. Измерения выполнялись в узкой полосе поймы между широким водным пространством (переотражавшим сигнал) и высоким берегом эрозионной террасы, эффективно маскировавшей сигнал, принимаемый от низко расположенных спутников. При этом маскировался в первую очередь южный сектор, в котором в дневное время располагалось наибольшее число спутников GPS. В этих обстоятельствах применение бытовых GPS-приемников даже теоретически не могло дать пригодного для задач исследования результата.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На протяжении 2017–2021 гг. Центр палеоискусства ИА РАН совместно с Лабораторией RSSDA выполняли картографирование местонахождений петроглифов Нижнего Амура и Усури¹⁸. Основной целью этих исследований было составление двухмерных и трехмерных планов расположения петроглифов на местонахождениях, а также документирование поверхностей с петроглифами современными техническими средствами. Кроме того, в рамках проекта ежегодно выполнялась аэрофотосъемка ряда местонахождений (Сикачи-Алян I, II, IV) с целью выявления изменений ландшафта на местонахождениях. Анализ полученных данных подтвердил ценность этого метода мониторинга, поэтому после завершения гранта было принято решение о продолжении мониторинговых аэрофотосъемок. Основные усилия при этом были сосредоточены на местонахождениях Сикачи-Алян I и Сикачи-Алян II, наиболее подверженных воздействию паводков и ледоходов.

Мониторинговая аэрофотосъемка с беспилотного летательного аппарата местонахождений Сикачи-Алян I и II была выполнена в 2017–2019 и 2021 гг. (в 2020 г. полевые работы не выполнялись вследствие ограничений, связанных с эпидемией). Условия картографирования были достаточно сложными, они определялись преимущественно физико-географическими факторами и геометрией объектов мониторинга. Картографированию подлежала узкая полоса правого берега р. Амур, преимущественно расположенная в пределах низкой поймы и,

¹⁸ Исследования до 2020 г. выполнялись при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-04389 «Трехмерное моделирование археологической среды и сакральных ландшафтов Дальнего Востока».

отчасти, в пределах высокой поймы. При этом на поверхности высокой поймы произрастает высокий (до 4 м) тальник, в области тылового шва поймы также развит тальник, а склон примыкающей эрозионной террасы покрыт лиственным лесом. Как следствие, эти участки невозможно было картографировать со второй половины мая по конец октября. Кроме того, летний период (май–сентябрь) характеризуется наиболее высокими значениями уровня воды, и большая часть поймы с валунами остается залитой. Снеговой покров на местонахождениях устанавливается в ноябре и сходит в начале апреля, однако до последней декады апреля в прибрежной полосе сохраняется востороженный лед, перекрывающий низкую пойму. Таким образом, аэрофотосъемка в период с начала ноября по начало мая также не имеет смысла. Фактически особенности растительности, снег и лед исключают возможность аэрофотосъемки на протяжении почти 11 месяцев в году. Короткий осенний период в ноябре, когда уровень Амура достаточно низок, но при этом уже нет листвы и еще нет льда, осложнен холодной погодой и сильными ветрами. Скорость ветра в это время года составляет обычно порядка 10–15 м/с с порывами 15–20 м/с, все попытки аэрофотосъемки, предпринятые в ноябре, не были успешны. Практика работ на местонахождениях Сикачи-Алянской группы показала, что аэросъемка здесь может дать хорошие результаты только в период 2–3-недельного интервала в конце апреля – начале мая, точные даты начала и конца которого варьируются в диапазоне ± 7 дней. Этот период, связанный с ледоходом, характеризуется наиболее низким уровнем воды в Амуре. При этом уровень воды начинает подниматься непосредственно перед началом движения льда, затем, в момент ледохода, на несколько дней быстро снижается, а затем поднимается вновь. Поэтому оптимальное время для съемки – первые 3–4 дня после начала ледохода.

В 2017–2021 гг. аэрофотосъемка поймы Амура на местонахождениях Сикачи-Алян I и II выполнялась, в общей сложности, четыре раза: 24 апреля 2017 г., 5 мая 2018 г., 27–28 апреля 2019 г. и 27 апреля 2021 г. При этом оба объекта фотографировались в один день, чтобы получить данные при сходном уровне воды в реке (это не удалось выполнить только в 2019 г.). Основной задачей съемки было картографирование местонахождений. Его было невозможно выполнить «с первого раза», так как для картографирования требовался низкий уровень воды. Наилучший результат в этом отношении дала съемка 2019 г., выполненная при уникально низком уровне 24,5 м. Задача мониторинга перемещения валунов ставилась с самого начала работ, поэтому для аэросъемки на каждом из местонахождений была подготовлена опорная сеть из шести пунктов, расположенных таким образом, чтобы гарантированно обеспечить их видимость при любом уровне воды не выше 27,5 м (Балтийская система высот 1977 г.). За невозможностью закладки грунтовых реперов на местонахождениях в качестве опознаков были выбраны характерные формы (углы, вершины) на заглубленных в грунт крупных и заведомо стабильных валунах. Все данные съемок 2017–2021 гг. были привязаны к этой опорной сети. Расположение пунктов опорной сети определялось топографией картографируемых территорий. Оба участка (Сикачи-Алян I и II) представляют собой относительно узкие коридоры шириной не более 50 м при длине более 300 м. При этом с юга они ограничены высокой эрозионной террасой, покрытой лесом, а с севера – урезом воды р. Амур, положение которого изменяется от съем-

ки к съемке. В этих условиях возможности выбора стабильных камней для создания опознаков весьма ограничены, и схема их взаимного расположения оставляет желать лучшего. Несовершенство такой схемы опорной сети неизбежно проявляется на северной и южной границах съемки – на урезе воды и у тылового шва первой надпойменной террасы – и выражается в деградации плановой и высотной точности съемки в полосе, расположенной за пределами линии опознаков.

Аэрофотосъемка выполнялась планово-перспективным способом. Площади местонахождений фотографировались с высот 30–70 м надирно ориентированной камерой и с высот 20–50 м наклонной камерой. Этот способ в дальнейшем позволил получить не только ортофотопланы и матричные цифровые модели поверхности, но и полноценные трехмерные полигональные модели. На протяжении пяти лет техника съемки непрерывно совершенствовалась, использовались различные БПЛА (DJI Phantom 2, Phantom 4, Mavic 2) и несколько отличные схемы съемки, в конечном итоге позволившие получить достаточно единообразный массив данных, состоящий из ортофотопланов разрешением 1 см (2 см для съемки 2018 г.) и цифровых моделей поверхности (с дискретностью 1–3 см). Для дальнейшего анализа цифровые модели поверхности были приведены к единой дискретности 3 см, достаточной для корректного применения алгоритма вычитания высот. Исследование точности ортофотопланов и цифровых моделей поверхности показывает, что плановое расхождение между съемками разных лет, оцененное в центральных частях картографированных участков на максимально возможном удалении от опознаков, как правило, составляет 3–5 см и не превышает 10 см в самых худших случаях. Высотная погрешность, оцененная аналогичным образом, лежит в пределах 5–10 см и не превышает 20 см в самых худших случаях. С учетом возможностей и ограничений оборудования (особенно использованного на ранней стадии исследований) такие погрешности можно считать допустимыми, а данные – пригодными для дальнейшего исследования.

Для выявления динамики движения пойменного аллювия применялось два способа: контроль перемещения валунов по ортофотопланам; контроль движения пойменного аллювия методом вычитания цифровых моделей поверхности (матриц высот). При этом использовались результаты всех четырех съемок – 2017–2019 и 2021 гг.

Для контроля перемещения валунов по ортофотопланам все валуны с петроглифами были оконтурены на ортофотоплане 2017 г. – за исключением тех камней, которые в 2017 и 2018 гг. оставались ниже уреза воды. Такие камни оконтуривались на ортофотоплане 2019 г., полученном при наиболее низком уровне Амура. Затем полученные контуры визуально сопоставлялись последовательно с ортофотопланами 2018, 2019 и 2021 гг. При выявлении отклонений, превышавших 0,1 м, камень считался достоверно перемещенным. В качестве дополнительной меры повышения надежности идентификации перемещений применялось изучение положения соседних валунов.

Для контроля движения пойменного аллювия по цифровым моделям поверхности применялось вычитание цифровых моделей, выполненных по данным съемки разных лет. Вследствие особенностей гидрологической обстановки наиболее информативными оказались комбинации 2018–2019, 2019–2021 и 2017–2021 гг. Для анализа полученных моделей разницы высот использовалась специально раз-

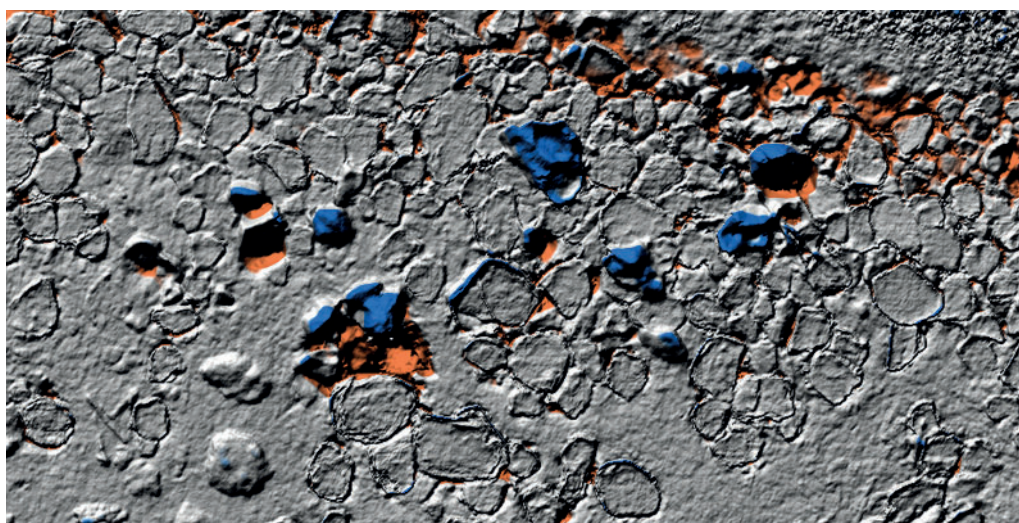


Рис. 4. Матрица разниц высот съемок 2017 и 2021 гг. на местонахождении Сикачи-Алян I (фрагмент). Синим цветом отображена отрицательная аномалия (положение камня в 2017 г.), оранжевым – положительная аномалия (положение камня в 2021 г.)

Fig. 4. Digital surface models as of surveys of 2017 and 2021 at the Sikachi-Alyan I compared by subtraction (fragment). Blue color indicates negative anomaly (stone position in 2017), orange color indicates positive anomaly (stone position in 2021)

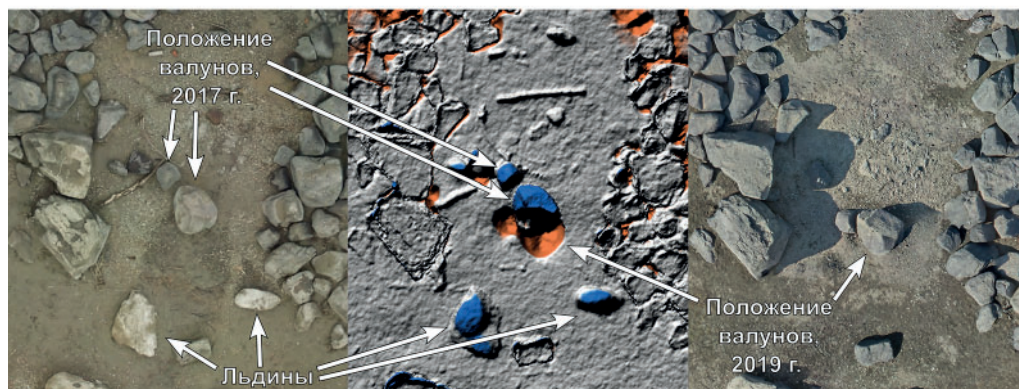


Рис. 5. Пример отображения перемещенных валунов на матрице разниц высот и ортофотоплане. Местонахождение Сикачи-Алян I

Fig. 5. An example of displaced boulders appearance on the matrix of height difference and orthophotoplan. Sikachi-Alyan I site

работанная шкала псевдоцветов, обеспечившая «подсветку» участков с значениями модуля изменения высотной отметки в диапазоне 0,2 м и более (рис. 4, 5). Это позволило отсеять участки, в пределах которых изменения высотных отметок могут быть объяснены погрешностями примененных методов фотограмметрических расчетов. Возможности этого метода ограничивались наличием льдин, оставав-

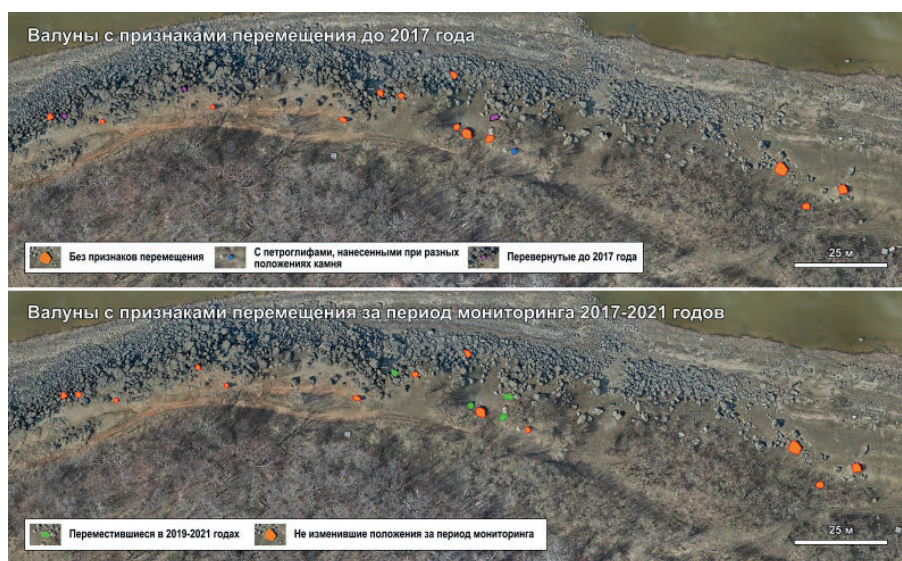


Рис. 6. Расположение валунов с признаками перемещения на местонахождении Сикачи-Алян I

Fig. 6. Locations of boulders with signs of displacement at the Sikachi-Alyan I site

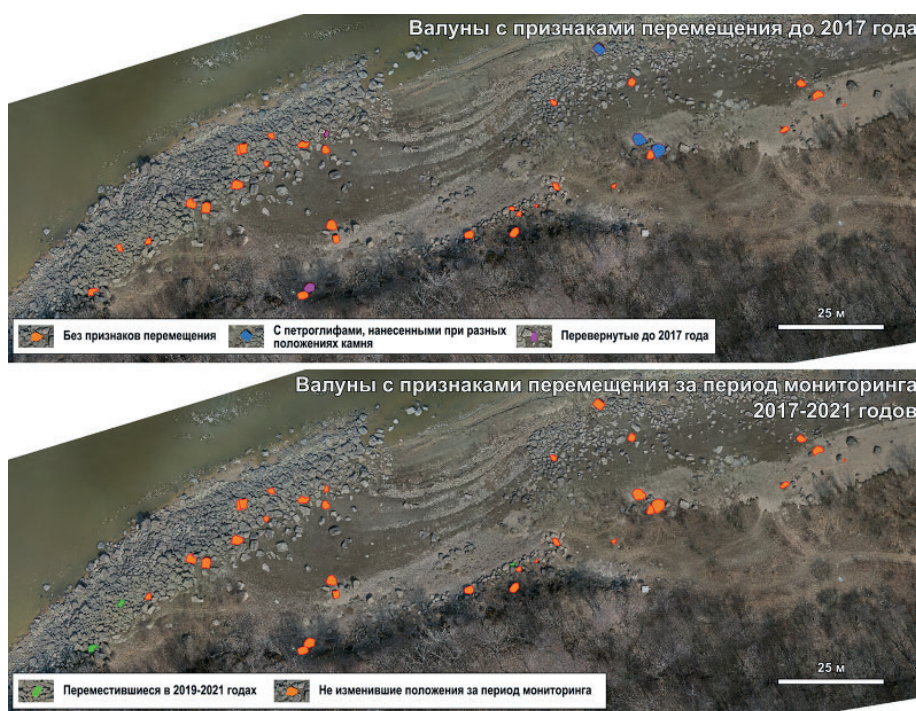


Рис. 7. Расположение валунов с признаками перемещения на местонахождении Сикачи-Алян II

Fig. 7. Locations of boulders with signs of displacement at the Sikachi-Alyan II site

шихся на поверхности поймы после ледохода, что не позволило автоматизировать выявление изменений в положении аллювиальных отложений. Результатом этого этапа исследования стали карты расположения валунов Сикачи-Аляна, имеющих признаки перемещения, в период, предшествовавший первичному картографированию (2017 г.), и в период мониторинга в 2017–2021 гг. (рис. 6, 7).

Для соотнесения явлений, наблюдаемых на объектах мониторинга Сикачи-Алян I и II, с гидрологической обстановкой были собраны и проанализированы сведения об уровне Амура за 2002–2022 гг. на гидропосту «Елабуга». Показания гидропоста были приведены к Балтийской системе высот. Для каждого года наблюдений был определен ряд ключевых точек (перегибов графика), отражающих минимумы и максимумы уровня воды для моментов: (1) минимум перед ледоходом, (2) максимум время ледохода, (3) минимум после ледохода, (4) минимум перед летним паводком, (5) максимум летнего паводка, а также определено число дней затопления первой надпойменной террасы (отм. 29,3 м) во время ледохода и летнего паводка. Результаты систематизации этих данных сведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели гидрологической обстановки в районе местонахождения петроглифов Сикачи-Алян I и Сикачи-Алян II за период 2002–2022 гг.

Год	Отметка перед ледоходом	Макс. отметка во время ледохода	Мин. отметка после ледохода	Абс. минимум перед паводком*	Макс. отметка летнего паводка	Дней с отметкой выше 29,3**	Особенности
2002	23,75	24,50	25,48	25,93	28,29	0+0	Особенно низкий уровень Амура в период ледохода
2003	24,01	26,92	25,67	24,11	29,44	0+10	
2004	24,53	28,55	26,91	26,53	28,06	0+0	
2005	24,18	27,72	26,96	26,80	29,52	0+8	Два паводка, в мае–июне и августе, причем первый паводок более высокий
2006	24,12	27,19	26,47	25,97	29,26	0+0	
2007	24,68	28,46	26,21	25,39	27,66	0+0	
2008	24,32	25,75	24,55	24,43	26,38	0+0	
2009	24,52	27,65	26,12	25,98	30,58	0+41	Начало периода «высокого Амура»
2010	25,15	28,34	27,59	26,95	30,10	0+28	Падение уровня после ледохода выразилось слабо
2011	25,13	28,78	26,24	26,01	28,81	0+0	Два паводка, в июне–июле и августе–сентябре, причем первый паводок более высокий
2012	24,41	27,20	26,09	25,54	28,90	0+0	

2013	26,28	30,63	28,20	26,37	33,16	3+123	Поздний ледоход, особенно высокий паводок
2014	25,84	29,78	26,35	26,78	29,29	2+0	Ледоходный паводок превысил летний паводок
2015	25,04	28,93	27,21	26,67	28,21	0+0	Ледоходный паводок превысил летний паводок, летний паводок слабо выражен
2016	25,04	27,96	25,37	28,35	29,64	0+17	Летний паводок слабо выражен
2017	25,56	28,41	25,88	26,31	28,70	0+0	
2018	24,85	28,56	25,69	24,91	30,54	0+23	
2019	25,38	27,36	24,52	27,41	32,26	0+68	
2020	25,66	29,57	26,40	26,75	32,11	2+67	
2021	25,99	30,62	27,52	29,39	31,99	6+141	Особенно высокий паводок, наибольшая продолжительность заливания 1-й террасы
2022	26,31	29,42	27,70	27,24	30,73	1+67	
2023	25,78						

Примечание: отметки уреза воды в Балтийской системе высот 1977 г., метры от уровня моря.
* Если на протяжении лета происходит два паводка – указывается значение уровня между паводками.
** На отметке 29,3 м (+370 см гидропоста «Елабуга») – заливается первая надпойменная терраса, первая цифра – дни весеннего (ледоходного) паводка, вторая цифра – дни летнего паводка, в течение которых терраса остается залитой.

НАБЛЮДЕНИЯ

Результаты картографирования местонахождений Сикачи-Алян I и II позволяют уточнить геоморфологию участков мониторинга и определить уровни воды, при которых происходит воздействие Амура на валуны с петроглифами. Была выявлена и оцифрована первая надпойменная терраса, определена высота ее поверхности (29,3 м), изучена морфология поймы и террасовой бровки, выявлены валы, сформированные напором речного льда. Анализ цифровых моделей поверхности показывает, что все камни с петроглифами, известные на местонахождении Сикачи-Алян I (в том числе валуны, перемещенные на поверхность первой надпойменной террасы в 2000 г.), полностью скрываются под водой при подъеме воды до отметки 31,5 м. Для Сикачи-Аляна II это значение несколько выше – последний камень с петроглифами заливается при уровне 32,4 м. Типичный (для периода 2001–2022 гг.) летний паводок высотой в 3,2 м относительно нуля гидропоста «Елабуга» соответствует уровню 28,8 м и заливает абсолютное большинство валунов с петроглифами Сикачи-Аляна I и II.

Материалы обработки данных аэросъемки позволяют проанализировать динамику движения пойменного аллювия (как валунов, так и рыхлых отложений),

сделать ряд практических наблюдений и сопоставить их с данными о гидрологической обстановке на местонахождениях Сикачи-Алян I и II за 2017–2021 гг. Первая половина этого временного интервала (с весны 2017 г. до начала лета 2019 г.) характеризовалась относительно низкими уровнями Амура во время ледохода (27,3–28,4 м) и относительно низкими паводками (28,7–30,5 м), причем в 2018 г. вода затапливала первую надпойменную террасу (отм. 29,3 м) на короткий срок – 23 дня. Начиная с лета 2019 г. уровень Амура во время ледохода увеличился до 29,6–30,6 м, а высота летнего паводка возросла до 32,0–32,2 м. Во время ледохода начала затапливаться первая терраса (прежде это явление отмечалось только в 2013 г.), а продолжительность ее затопления во время летних паводков возросла до 67–141 дня (табл. 2).

Таблица 2

Основные показатели гидрологической обстановки в районе местонахождений петроглифов Сикачи-Алян I и Сикачи-Алян II за период 2017–2021 гг.

Год	Отметка перед ледоходом	Макс. отметка во время ледохода	Мин. отметка после ледохода	Абс. минимум перед паводком	Макс. отметка летнего паводка	Дней с отметкой выше 29,3 м	Особенности
2017	25,56	28,41	25,88	26,31	28,70	0+0	
2018	24,85	28,56	25,69	24,91	30,54	0+23	
2019	25,38	27,36	24,52	27,41	32,26	0+68	Особенно низкий уровень после ледохода.
2020	25,66	29,57	26,40	26,75	32,11	2+67	
2021	25,99	30,62	27,52	29,39	31,99	6+141	Особенно высокий паводок, наибольшая продолжительность заливания 1-й террасы

Примечание: отметки уреза воды в Балтийской системе высот 1977 г., метры от уровня моря.

Разница воздействия Амура на объекты в пойме и на первой надпойменной террасе в зависимости от гидрологической обстановки и высотных отметок хорошо иллюстрируется состоянием трех охранных знаков, установленных в 2015 г. и невольно послуживших индикаторами воздействия воды и льда. Охранные знаки представляют собой информационные щиты, смонтированные на двух стальных трубах диаметром 50 мм и высотой около 3 м, укрепленных на не заглубленном в грунт бетонном основании весом порядка 2 т. Один из таких знаков, установленный на восточной оконечности Сикачи-Альяна I, в пределах поймы на отм. 27,8 м, благополучно пережил ледоходы и наводнения 2016–2017 гг. и ледоход 2017 г. Однако при увеличении высоты паводка до 30,5 м летом 2018 г. охранный знак был залит полностью, информационный щит оказался в воде и был немедленно сорван, трубы при этом, однако, не пострадали. Воздействие на памятник ледоходов было гораздо более ярким. Ледоход 2018 г. сдвинул охранный знак на 10 см к югу, в 2019 г. смещение составило 9 см к юго-юго-востоку, в 2020 и 2021 гг. суммарно – 21 см к юго-юго-западу. Общее смещение составило 37 см. При этом в 2018–2019 гг. воздействие ледохода приходилось в основном на бетонное основание, которое по-

степенно сдвигалось перпендикулярно течению реки. Давление ледохода 2021 г. пришлось уже на трубы, которые были согнуты в юго-восточном направлении, под углом около 35° от берега. Это указывает на совершенно различный характер воздействия льда – в 2018–2019 гг. лежащий на грунте лед выталкивал охранный знак вверх по поверхности поймы, а в 2021 г. повреждения были нанесены уже льдом, плывущим вниз по течению. Охранные знаки на западной оконечности Сикачи-Аляна I и в центральной части Сикачи-Аляна II не пострадали, так как были установлены на первой надпойменной террасе, на отметках 30,0–30,1 м.

На местонахождении Сикачи-Алян I воздействие ледоходов и паводков в 2017–2019 гг. практически не отразилось на валунах с петроглифами. Подвижки камней были достаточно многочисленны, причем смещение отдельных камней превышало расстояние в 3 м. Однако все подвижки имели место в зоне высокой поймы, ниже уровня, на котором располагается большинство валунов с рисунками на Сикачи-Аляне I. В перемещении камней можно выделить определенные закономерности, характерные для отдельных участков обследованной территории. В западной части Сикачи-Аляна I камни были перемещены преимущественно перпендикулярно направлению течения Амура, причем перемещение происходило в сторону русла. Перемещались камни в зоне высот 27,7–29,7 м, что позволяет связать эти перемещения только с ледоходом 2018 г., однако механизм воздействия остается неясным. В восточной части местонахождения, за поворотом берега, наблюдалась иная картина. Здесь все подвижки камней были приурочены к узкому и низкому диапазону высот (27,2–27,8 м), а смещение камней происходило вниз по течению под углом $40\text{--}50^\circ$ от берега, отдельные камни смещались на расстояние до 3 м. Такая обстановка однозначно указывает на воздействие ледохода 2018 г., что дополнительно подтверждается свежими следами перемещения камней (бороздами) на ортофотоплане 2018 г. Относительно высокий паводок 2018 г. не отразился на положении камней, но привел к некоторому размыву аллювия как в пойме, так и на поверхности первой надпойменной террасы.

В 2019–2021 гг. воздействие реки на Сикачи-Алян I было гораздо более заметным. В этот период уровни ледохода и паводков оказались исключительно высокими, что привело к перемещению десятков крупных камней на расстояние до 3,5 м. При этом в западной части местонахождения камни перемещались от русла, вверх по пойме и склону первой надпойменной террасы, а восточной части – вновь вниз по течению с несколько большей в сравнении с 2017–2019 гг. вариативностью направлений смещения. В этот период воздействие Амура отразилось на четырех валунах с петроглифами (табл. 3).

Таблица 3

Сведения о перемещениях валунов с петроглифами на Сикачи-Алян I

Номер камня по А.П. Окладникову и А.Р. Ласкину	Уровень полного погружения, м	Характер смещений, разворот во всех случаях по часовой стрелке
№ 11	29,7	Перекося камня вследствие размыва грунта под южным краем
№ 13	30,2	Смещение на юго-восток на 40 см с разворотом на 12°

№ 14	29,8	Навал соседнего камня без видимого смещения
№ 02	28,9	Разворот на 16°

Все эти камни расположены в центральной части местонахождения, в верхней части высокой поймы в диапазоне высот 28,2–29,3 м. Наибольшему воздействию подвергся валун с петроглифами № 13, расположенный на бровке первой надпойменной террасы, который был сдвинут на 0,4 м от берега, перпендикулярно направлению течения. Валун № 14 не переместился, но на него был навален соседний камень, смещение которого превысило 1,5 м и происходило в том же направлении от берега. Эти два случая можно связать с высокими ледоходами 2020–2021 гг. Иная ситуация наблюдается вокруг валуна № 11. С южной стороны этого камня произошел размыв грунта, вследствие чего камень был незначительно развернут и перекошен. Размыв рыхлого аллювия на этом выположенном участке предположительно связан с высокими паводками 2020–2021 гг. Воздействие на валун № 02 представляется более комплексным. Предположительно он был выведен из стабильного положения воздействием льда, незначительно переместился, а затем был развернут высоким паводком.

На местонахождении Сикачи-Алян II наблюдается несколько иная картина. Ледоходы и паводки 2017–2019 гг. здесь не оказали заметного воздействия на валуны с петроглифами. Однако в 2020–2021 гг. три камня испытали достаточно существенные перемещения (табл. 4).

Таблица 4

Сведения о перемещениях валунов с петроглифами на Сикачи-Алян II

Номер камня по А.П. Окладникову и А.Р. Ласкину	Уровень полного погружения, м	Характер смещений, разворот во всех случаях по часовой стрелке
№ 43	29,3	Смещение на северо-восток на 35 см с разворотом на 52°
№ 44	30,7	Смещение на юг на 10 см
№ 60	29,6	Смещение на север на 20 см с разворотом на 13°

Валуны № 43 и 44 располагаются в головной части сложенного крупноглыбовым материалом прируслового вала. Этот вал начинается от скального утеса мыса Гася и имеет протяженность около 100 м. Для вала характерно практически полное отсутствие мелкозернистого материала, полностью удаляемого летними паводками. Перемещение этих камней трудно связать с конкретным эпизодом воздействия реки на прирусловый вал, однако перемещение № 43 происходило строго вниз по течению с одновременным разворотом, что может указывать на нахождение камня в потоке воды. Такая обстановка существовала во время летних паводков 2019 и 2020 гг., когда валун № 43 был погружен на 2,5 м. Валун № 44, напротив, сдвинут на юг, почти перпендикулярно направлению течения и не развернут. Это позволяет связать его смещение с ледоходом 2021 г. (во время ледохода 2019 г. уровень воды был недостаточным для выдавливания этого камня вглубь поймы).

Валун № 60 является частью напорного каменного вала, маркирующего контур первой надпойменной террасы. По своей морфологии этот вал близок к

краевому валу ледниковой морены. Валун сдвинут на север (в сторону реки) и незначительно развернут. Механизм смещения этого камня (и двух валунов без петроглифов, расположенных рядом) неясен – один из камней смещен с разворотом в том же направлении, что и № 60, второй же, расположенный в 3 м, – сдвинут на юг, от реки. Остальные соседние камни не изменили своего местоположения. Наиболее вероятной причиной перемещения валуна № 60 представляется движение льда, смещавшегося вдоль бровки террасы во время ледохода 2021 г., происходившего при высоком уровне воды.

РЕКОНСТРУКЦИЯ

Механизм перемещения аллювия на местонахождениях Сикачи-Алян I и II обусловлен преимущественно гидрологическим режимом реки, в котором (упрощенно) может быть выделено несколько фаз, отсчитываемых здесь от осенней межени: (1) повышение уровня и ледостав, (2) падение уровня после окончания ледостава, (3) резкое повышение уровня перед ледоходом, (4) ледоход с резким падением уровня, (5) повышение уровня и его стабилизация с последующим падением, (6) летний паводок с постепенным падением уровня. Эти фазы определяются естественными¹⁹ изменениями в характере питания Амура, которые, в свою очередь, зависят от питания его притоков, бассейны которых занимают огромные площади, находящиеся в различных климатических зонах.

Следует отметить, что гидрологический режим существенно отличается в периоды «низкого» и «высокого» Амура (табл. 5). Ретроспективное изучение данных гидропоста «Хабаровск» (1896–2022 гг.) показывает, что режим, наблюдаемый на протяжении последних 14 лет (с 2009 г.), характерен для периодов «высокого Амура». Такие периоды отмечались в 1896–1911 (когда высокий уровень воды помешал работам Лауфера и Штернберга), 1927–1938 (первая экспедиция Окладникова), 1951–1964 и 1981–1998 гг. Периоды высокого Амура продолжаются 12–18 лет, интервалы с низким уровнем имеют такую же продолжительность. Можно предполагать, что текущий период высокого Амура, начавшийся в 2009 г. и продолжающийся уже 14 лет, в ближайшие 4 года, вероятно, закончится.

Таблица 5

Диапазоны уровня Амура по «низким» и «высоким» интервалам в районе местонахождений петроглифов Сикачи-Алян I и Сикачи-Алян II за последние 20 лет наблюдений (2002–2022 гг.)

Период	Отметка перед ледоходом	Макс. отметка во время ледохода	Мин. отметка после ледохода	Абс. минимум перед паводком*	Макс. отметка летнего паводка	Дней с отметкой выше 29,3**
«Низкий Амур», 2002–2008, 8 лет	23,75–24,68	24,50–28,55	24,55–26,96	24,11–26,80	26,38–29,44	0–0+0–10

¹⁹ Встречающиеся в литературе утверждения о сильном антропогенном воздействии на режим Амура гидроэлектростанций на реках Зея, Бурея и Сунгари несколько преувеличены и здесь не рассматриваются.

«Высокий Амур», 2009–2022, 14 лет	24,41–26,28	27,20–30,63	25,37–28,20	24,91–29,39	28,21–33,16	0–6+0–141
-----------------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-----------

Примечание: отметки уреза воды в Балтийской системе высот 1977 г., метры от уровня моря.
* Если на протяжении лета происходит два паводка – указывается значение уровня между паводками.
** На отметке 29,3 м (+370 см гидропоста «Елабуга») – заливается первая надпойменная терраса, первая цифра – дни весеннего (ледоходного) паводка, вторая цифра – дни летнего паводка, в течение которых терраса остается залитой. При этом в период низкого Амура за 8 лет наблюдений первая терраса заливалась 2 раза (8–10 дней). В период высокого Амура за 14 лет наблюдений первая терраса заливалась в период ледохода 5 раз (1–6 дней) и в период летнего паводка 9 раз (17–141 день).

На основе данных цифрового картографирования района местонахождений петроглифов Сикачи-Аляна в сопоставлении со сведениями об уровне Амура на гидропосту «Елабуга» реконструируется следующий гидролого-геоморфологический годовой цикл, каждый из элементов которого характеризуется различным воздействием реки на валунно-галечные отложения, в том числе на валуны с петроглифами.

После завершения летнего паводка уровень Амура падает до низких отметок²⁰ – порядка 25,3–25,6 м, течение замедляется, и перемещения аллювия практически не происходит. С началом ледостава уровень начинает плавно повышаться. Надежных данных для периодов «низкого Амура» не имеется, но в период «высокого Амура» уровень к январю достигает отметок 25,7–27,4 м. Высокий уровень воды в январе, как правило (но не всегда), коррелирует с высокими летними паводками. В течение января толщина льда достигает 1 м, подъем уровня сменяется снижением и к концу марта падает до отметок 23,7–24,7 м (период «низкого Амура») и 24,4–26,2 м (период «высокого Амура»). Лед к этому времени достигает толщины в среднем 1,1–1,2 м, но вдоль берегов с падением уровня реки он ложится на грунт, и его нарастание прекращается. Уровень Амура в период между ледоставом и ледоходом определяет диапазон высот полосы, в пределах которой происходит вмораживание в лед терригенного материала, и в частности – валунов с петроглифами. В периоды «низкого Амура» в лед вмораживаются только валуны низкой поймы (в том числе ряд валунов с петроглифами, не наблюдавшихся после 2009 г.). Однако в периоды «высокого Амура» на местонахождении Сикачи-Алян II в зоне затопления оказывается до 9 валунов (из 33 наблюдаемых), которые полностью или частично вмораживаются в лед. На Сикачи-Аляне I достоверно вмораживания валунов с петроглифами в лед неизвестно, так как все наблюдаемые камни находятся выше отметки 2.

В конце марта – начале апреля начинается резкий подъем уровня, который продолжается около трех недель и достигает пика к началу третьей декады апреля. В периоды «низкого Амура» уровень повышается до 24,5–28,5 м, в периоды «высокого Амура» он достигает 27,2–30,6 м. «Ледоходный» паводок заливает первую надпойменную террасу (29,3 м) только в периоды «высокого Амура». Такая обстановка складывается не каждый год (за последние 14 лет известно 5 случаев).

²⁰ Данные по уровню Амура на гидропосту «Елабуга» за зимний период фрагментарны и не позволяют определить диапазон значений с достаточной степенью надежности.



Рис. 8. Ледоход на Амуре в районе Сикачи-Аляна II. Стрелкой показан участок торошения льда у мыса Гася

Fig. 8. Ice drift on Amur River near Sikachi-Alyan II site. The arrow shows the area of ice hummocking at Cape Gasya

При этом терраса остается залитой 1–3 дня (лишь в одном случае в 2021 г. терраса оставалась залитой 6 дней).

С началом ледохода в низкой пойме Амура происходит несколько взаимосвязанных процессов. Начинается подъем льда с отрывом от грунта вмёрзшего в него терригенного материала – от глинистых частиц до небольших валунов. Часть этого материала уносится льдом вниз по течению реки. Расчет показывает, что в этой обстановке базальтовый валун объемом в 1 м^3 и массой в 3 т, вмёрзший в льдину объемом 25 м^3 (т.е. размерами $5 \times 5 \text{ м}$ при обычной для Нижнего Амура толщине в 1 м) приобретает положительную плавучесть и может быть перенесен на значительное расстояние. Однако одновременно наблюдается выталкивание льда в пойму, вызванное образованием заторов ниже по течению и сопровождающееся «плакингом» – выламыванием вмёрзших в лед верхней частью небольших валунов при горизонтальном движении льда вверх по поверхности поймы. Речной лед при этом ведет себя как ледник (рис. 8), фронт этого «ледника», высота которого может превышать 3 м, выталкивает камни (и в меньшей степени – рыхлые отложения) вверх, в отдельных случаях – на поверхность высокой поймы. Результат этого явления («пушинга») – образование валов и гряд, сложенных несортированными валунно-галечниково-песчаными отложениями.

Комбинированное изучение ортофотопланов и цифровых моделей поверхности позволило сделать ряд общих наблюдений, уточняющих характер движения льда в пойме. Так, после ледохода 2021 г., в ходе которого был отмечен самый высокий уровень весеннего паводка за 20 лет наблюдений – 30,6 м, лед на местонахождениях Сикачи-Алян I и II был зафиксирован на отметках 30,8–30,9 м, т.е. на 20–30 см выше уровня подъема воды. Это подтверждает предположение о выпирании льда в верхнюю пойму и на первую надпойменную террасу. Весной 2021 г. в зоне воздействия выталкиваемого на берег льда оказались все известные валуны с петроглифами на Сикачи-Аляне I и II. Однако, как правило, воздействие льда на эти местонахождения оказывается различным.

После ледохода уровень Амура очень быстро падает до отметок 24,6–27,0 м (период «низкого Амура») и 25,4–28,2 м (период «высокого Амура»). Этот период (продолжительностью 5–10 дней) обычно представляет собой интервал наиболее низкого уровня Амура, при котором доступна существенная часть известных валунов с петроглифами. Происходит таяние льда, оставшегося в пойме с выносом в реку тонкозернистого материала. Валуны, однако, как правило, оказываются покрытыми коркой глинистого осадка.

Начиная с конца первой декады мая, Амур постепенно начинает подниматься и к 20 мая стабилизируется. В общем случае вода остается на одном уровне (в среднем 26,3 м) на протяжении следующих двух месяцев. Однако поведение реки летом весьма вариативно от года к году, в зависимости от количества осадков вариативность уровня составляет от 24,1 до 27,6 м. В этот период большая часть известных валунов с петроглифами остается выше уреза воды, но на Сикачи-Аляне II наиболее низко расположенные камни периодически подтапливаются, а глинистая корка постепенно смывается дождями.

Летний паводок может происходить по одному из следующих вариантов: (а) в течение лета наблюдается один продолжительный паводок, начинающийся в июле–августе и оканчивающийся в октябре. Перед началом паводка уровень на некоторое время падает; (б) в течение лета наблюдается два паводка – первый в мае–июле, второй в августе–октябре, с падением уровня между ними. При этом второй паводок – более продолжителен; (в) в течение лета наблюдается один паводок, приходящийся на май–июль, второй паводок выражен слабо. Этот вариант характерен для периода «низкого Амура».

Перед началом паводка уровень воды ненадолго падает до отметок 24,1–26,8 (период «низкого Амура») и 24,9–29,4 м (период «высокого Амура»). В период «низкого Амура» вода поднимается до уровней 26,4–29,4 м, при этом в отдельные годы вода на 8–10 дней выходит на первую надпойменную террасу (за период 2002–2008 гг. известно два случая). В периоды «высокого Амура» высота паводка достигает 28,2–33,1 м. Первая надпойменная терраса обычно заливается, однако продолжительность периода затопления варьирует от года к году. На протяжении периода 2009–2022 гг. продолжительность периода затопления составляла от 17 до 141 дня, причем достаточно часто (5 паводков из 14) терраса не затапливалась. Следует отметить, что последние пять лет характеризуются особенно высокими (30,5–32,3 м) и продолжительными паводками.

Как правило, летний паводок периода «высокого Амура» происходит с затоплением существенной части известных валунов с петроглифами. Тем не менее

среднестатистический паводок, вероятно, воздействует на валуны в меньшей степени, чем ледоход. Как правило, в основном воздействие ограничивается выносом мелкообломочного материала из пушинговых валов и гряд. Однако достаточно часто наблюдается очень высокий летний паводок, превосходящий отметку в 30 м. В этой обстановке, в условиях большого расхода и сильного течения наблюдается смещение и разворот крупных и, особенно, высоких валунов, «шевеление» (небольшие изменения ориентации без существенных смещений) основной массы валунно-галечных отложений и размыв тонкозернистого аллювия вокруг валунов. Паводок заканчивается в сентябре–октябре, и до середины ноября уровень Амура медленно снижается, постепенно достигая уровня в 25,3–25,6 м (с вариативностью в пределах 23,9–27,0 м). При этом камни вновь покрываются глинистой коркой.

Следует подчеркнуть, что эта реконструкция гидролого-геоморфологического режима «высокого Амура» представляет собой аппроксимацию. В последний период «высокого Амура» неоднократно отмечались годы с низкими уровнями паводков и ледоходов, например в 2011–2012 или 2017–2018 гг. Кроме того, согласно новым исследованиям, на протяжении всего периода измерений уровня Амура у Хабаровска (с 1896 г.) наблюдается тенденция к снижению уровня как в паводки, так и в летнюю межень, с увеличением продолжительности летней межени. Автор этого исследования Г.В. Соколова объясняет это глобальным потеплением и воздействием Зейской ГЭС²¹, однако приводимые в статье графики показывают более сложную картину долгопериодических изменений – в том числе для периода, предшествовавшего заполнению Зейского и Бурейского водохранилищ.

Гидролого-геоморфологический режим периода «низкого Амура», а также особенности смены этого режима с «высокого» на «низкий» и с «низкого» на «высокий» изучены нами совершенно недостаточно. Исследование архивных фотоснимков 1960 и 2000-х гг. позволяет предположить, что после смены режима с «высокого» на «низкий» в первые два-три года происходит размыв рыхлого тонкозернистого аллювия дождями и относительно низкими «ледоходными» паводками с постепенным удалением его с поверхности высокой поймы. Одновременно дождями размывается глинистая корка на поверхности валунов. Обратная смена режима в первые годы, вероятно, приводит к увеличению накопления рыхлых отложений, через два-три года сменяющегося стабилизацией поймы с транзитом наносов в паводки.

Воздействие паводков и ледоходов на валуны с петроглифами не ограничивается их переносом. Среди факторов воздействия следует отметить: (1) абразию поверхностей валунов с петроглифами вмержшим в лед терригенным материалом в период ледохода; (2) образование сколов и трещин при соударении камней; (3) морозобойное выветривание при замерзании воды в трещинах.

ВЫВОДЫ

Наблюдения, сделанные в ходе исследования ортофотопланов и цифровых моделей рельефа и реконструкции гидролого-геоморфологической обстановки,

²¹ Соколова 2022.

позволяют дать качественную и количественную оценку масштабам перемещения аллювия и, в частности, валунов с петроглифами по крайней мере для периодов «высокого Амура». За период мониторинга на местонахождении Сикачи-Алян I свое положение изменили 3 валуна с петроглифами из 14 (21%), а на местонахождении Сикачи-Алян II переместились 3 валуна с петроглифами из 32 (9%). Сходная, но еще более ярко выраженная диспропорция фиксируется для остальных камней – на Сикачи-Аляне I они в гораздо большей степени подвержены воздействию реки. Этот результат несколько неожидан, так как Сикачи-Алян I до настоящего времени считался более стабильным памятником.

Большая часть перемещений валунов может быть достаточно надежно привязана к конкретному эпизоду воздействия реки – паводку или ледоходу определенного года. Это позволяет связать перемещения камней с гидрологической обстановкой (ледоход, отметка уровня, скорость изменения уровня).

Вполне очевидно, что небольшие камни подвержены воздействию реки сильнее, чем крупные, они чаще передвигаются и переносятся на большие расстояния. Петроглифы же в основном обнаруживаются на крупных валунах. Зафиксированные движения крупных валунов с петроглифами за пятилетний период наблюдений не превысили 40 см. Как правило, они происходили только в годы с особенно высокими ледоходами и паводками. Для меньших по размеру и весу камней без изображений фиксируются смещения до 3 м, при этом за время мониторинга они иногда перемещались 2–3 раза. Преобладают два направления движений валунного материала – (а) от русла вверх по поверхности поймы под углом, близким к 90° к направлению течения, и (б) вниз по течению под углом $30\text{--}50^\circ$ к направлению течения. В единичных случаях наблюдаются смещения в сторону русла и перемещение параллельно руслу. Перемещение камней часто сопровождается вращением, причем это вращение всегда происходит в направлении по часовой стрелке.

Перемещение камней в большинстве случаев связано с ледоходом и сильнее проявляется тогда, когда ледостав, а затем и ледоход, происходит при высоком уровне. При ледоходе с уровнем воды в диапазоне отметок 27–28 м крупные валуны не перемещаются, их движение фиксируется только при отметках ~ 29 м и выше. Ледоход, по-видимому, в основном воздействует на высотный диапазон поймы от -1 м до $+0,5$ м от максимального уровня воды в период ледохода. Камни, расположенные ниже этого диапазона, – не перемещаются. Паводки воздействуют на валуны с петроглифами в гораздо меньшей степени, и это воздействие происходит только при особенно высоких паводках (максимальная отметка выше ~ 30 м).

Группа камней в целом является более стабильной, чем отдельный камень. Неоднократно отмечены случаи перемещения отдельных достаточно крупных камней, в то время как расположенная рядом группа более мелких камней остается на месте.

Характер движения рыхлых отложений, за краткостью периода мониторинга, пока остается неясным. Предположительно, на Сикачи-Аляне II он циклический (аккумуляция сменяется размывом, затем вновь следует аккумуляция) и связан со сменой режима Амура с «низкого» на «высокий» и обратно. На Сикачи-Аляне I, вследствие специфики геоморфологической обстановки, все явления переноса рыхлых отложений связаны исключительно с особенно высокими паводками – и в целом размыв и накопление рыхлых осадков выражены слабо.

Анализ материалов мониторинга позволяет заключить, что ранее публиковавшиеся описания движения аллювия на местонахождениях Сикачи-Алян I и II содержат ряд положений, не подтверждающихся или не вполне подтверждающихся объективным контролем: (1) перемещение валунов с петроглифами, направленное против течения Амура, на Сикачи-Аляне II, – не фиксируется; (2) перемещение валунов с петроглифами на сколько-нибудь значительные расстояния за период с момента работ А.П. Окладникова – не имеет сколько-нибудь надежного подтверждения; (3) переворачивание камней ледоходом – за период мониторинга не зафиксировано. Вероятно, это достаточно редкая ситуация, требующая совпадения двух факторов – ледостава при уровне воды, превышающем основание валуна на 1,0–1,5 м, и ледохода с особенно высоким уровнем воды; (4) просадка валунов с петроглифами в рыхлые грунты на местонахождениях Сикачи-Алян I и II за период наблюдений 2017–2021 гг. не фиксируется. Проверка этого предположения выполнялась по верхним отметкам погруженных в грунт валунов методом вычитания моделей, и она не показала изменений верхних отметок, выходящих за пределы статистической погрешности. Тем не менее вокруг валунов наблюдались незначительные осцилляции поверхности песчано-алевритовых отложений; (5) утрата существенной части валунов с петроглифами, выявленных в ходе работ 1966–1967 гг. на местонахождениях Сикачи-Алян I и II, – подтверждается частично. На Сикачи-Аляне I из 19 учтенных в сводке А.П. Окладникова валунов не найдено 8, но лишь 3 из них содержат достоверные фигуративные изображения. На Сикачи-Аляне II из 57 валунов с петроглифами не обнаруживается 27, но лишь 7 из них несут фигуративные изображения. При этом 2 валуна в реальности никогда не существовали и появились в результате технической ошибки исполнителя, готовившего схему для публикации. Таким образом, реальные утраты составляют 10 валунов с фигуративными изображениями и 28 валунов с нефигуративными (и не всегда достоверными) изображениями из 74. Представляется, что неудачи в повторном обнаружении утраченных валунов объясняются не только воздействием Амура, но и ошибками документирования.

Краткость интервала мониторинга не позволяет дать надежной количественной оценки перемещений валунов с петроглифами. Соответственно, затруднительны как ретроспективная оценка этих перемещений для периода, последовавшего за их созданием (порядка 4500 лет), так и экстраполяция наших наблюдений на будущее. Для решения этой задачи необходимы достаточно детальная реконструкция климата Приамурья на протяжении субатлантической и суббореальной стадий голоцена и продолжение исследований гидрологии Амура последнего столетия, а также проведение долгосрочного мониторинга.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Применяемые на местонахождениях петроглифов Сикачи-Алян I и II методы мониторинга вполне себя оправдывают. Комбинирование анализа ортофотопланов и вычитания цифровых моделей рельефа позволяет выявить перемещения камней и определить количественные характеристики этих перемещений. Тем не менее для получения достоверной картины движения валунов с петроглифами на памятнике необходимо: (1) продолжить мониторинг местонаждений петрогли-

фов Сикачи-Алян I и II с целью получения полного цикла наблюдений за один период «низкого Амура» и один период «высокого Амура»; (2) обеспечить ежегодное выполнение мониторинговой аэросъемки, позволяющее связывать движение валунов с конкретными эпизодами воздействия, в первую очередь – воздействия ледохода; (3) после каждого высокого паводка с уровнем воды выше 29,3 м (Балтийская система высот) выполнять дополнительное обследование до начала следующего ледохода; (4) сопровождать обследование поиском новых и ранее утраченных петроглифов на участках наблюдаемых интенсивных движений валунного материала мелкой и средней фракции (диапазон размеров 10–100 см).

Лишь последовательное многолетнее выполнение объективного (в смысле полноты и точности измерений) мониторинга позволит дать прогноз дальнейшего воздействия Амура на валуны с петроглифами и выработать конкретные меры по сохранению этого уникального памятника наскального искусства.

Авторы выражают особую признательность за помощь в проведении экспедиционных работ и повсеместную поддержку сотрудникам Хабаровского краевого центра охраны памятников истории и культуры А.Р. Ласкину, Е.В. Черникову, В.В. Осадчуку, а также А.А. Зиганшиной, Е.С. Конаковой и А.Д. Клейменову, принявшим участие в полевых работах и обработке собранных данных. Иллюстрации подготовили Ю.М. Свойский, Е.М. Романенко, А.В. Зайцев и Е.В. Черников.

ЛИТЕРАТУРА

- Дэвлет, Е.Г., Дэвлет, М.А., 2005: *Мифы в камне. Мир наскального искусства России*. М.
- Дэвлет, Е.Г., Ласкин, А.Р. 2015а: Петроглифы Хабаровского края: результаты мониторинга последствий паводка в 2013 году на Амуре и Уссури. *Археология, этнография и антропология Евразии* 43 (4), 94–105.
- Дэвлет, Е.Г., Ласкин, А.Р. 2015б: Сикачи-Алян. *Большая Российская Энциклопедия*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://old.bigenc.ru/archeology/text/3661374>
- Дэвлет, Е.Г., Ласкин, А.Р. 2017: Состояние сохранности петроглифов Сикачи-Аляна: природное и антропогенное воздействие. В сб.: С.В. Батаршев, А.М. Шиповалов (ред.), *Археология CIRCUM-PACIFIC: Памяти Игоря Яковлевича Шевкомуда*. Владивосток, 252–265.
- Дэвлет, Е.Г., Ласкин, А.Р., Пахунов, А.С. 2018: Факторы разрушения и проблемы сохранения Нижнеамурских петроглифов. *ПИФК* 2, 25–43.
- Ласкин, А.Р. 2014: О результатах обследования петроглифов Сикачи-Аляна и Шереметьево. *КСИА* 236, 82–86.
- Окладников, А.П., 1971: *Петроглифы Нижнего Амура*. Л.
- Соколова, Г.В. 2022: Статистический анализ водного режима реки Амур для целей прогноза. *Региональные проблемы* 25 (1), 49–61.
- Laufer, V. 1899: Petroglyphs on the Amur. *American anthropologist*, 749–750.

REFERENCES

- Devlet, E.G., Devlet, M.A., 2005: *Mify v kamne. Mir naskal'nogo iskusstva Rossii [Myths in Stone. Russia's World of Rock Art]*. Moscow.
- Devlet, E.G., Laskin, A.R. 2015a: Petroglyphy Khabarovskogo kraja: rezul'taty monitoringa posledstviy pavodka v 2013 godu na Amure i Ussuri [Petroglyphs of the Khabarovsk territory: the impact of the 2013 Amur and Ussuri flooding]. *Arkheologiya, etnografiya*

- i antropologiya Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]* 43 (4), 94–105.
- Devlet, E.G., Laskin, A.R. 2015b: Sikachi-Alyan. In: *Bol'shaya Rossiyskaya Entsiklopediya [The Great Russian Encyclopedia]*, <https://old.bigenc.ru/archeology/text/3661374>
- Devlet, E.G., Laskin, A.R. 2017: Sostoyanie sokhrannosti petroglifov Sikachi-Alyana: prirodnoe i antropogennoe vozdeystvie [The Sikachi-Alyan petroglyphs' conservation status: natural and anthropogenic impact]. In: S.V. Batarshhev, A.M. Shipovalov (eds.), *Arkheologiya CIRCUM-PACIFIC: Pamyati Igorya Yakovlevicha Shevkomuda [CIRCUM-PACIFIC Archaeology: In the Memory of Igor Yakovlevich Shevkomud]*. Vladivostok, 252–265.
- Devlet, E.G., Laskin, A.R., Pakhunov, A.S. 2018: Faktory razrusheniya i problemy sokhraneniya Nizhneamurskikh petroglifov [The Lower Amur petroglyphs: destructive factors and conservation issues]. *Problemy istorii, filologii, kul'tury [Journal of historical, philological, and cultural studies]* 2, 25–43.
- Laskin, A.R. 2014: O rezul'tatakh obsledovaniya petroglifov Sikachi-Alyana i Sheremet'eva [On the results of the survey of petroglyphs of Sikachi-Alyan and Sheremetyevo in 2014]. *Kratkiye soobshcheniya Instituta arkheologii [Brief Communications of the Institute of Archaeology]* 236, 82–86.
- Laufer B. 1899: Petroglyphs on the Amur. *American Anthropologist*, 749–750.
- Okladnikov A.P., 1971: *Petroglify Nizhnego Amura [Petroglyphs of Lower Amur]*. Leningrad.
- Sokolova, G.V. 2022: Statisticheskiy analiz vodnogo rezhima reki Amur dlya tseley prognoza [Statistical analysis of the Amur river water regime for the purposes of the forecast]. *Regional'nye problemy [Regional Problems]* 25 (1), 49–61.

FLOATING STONES. RESULTS OF MONITORING OF THE MOVEMENT OF BOULDERS WITH PETROGLYPHS AT SIKACHI-ALYAN SITES

Yuriy M. Svoyskiy^{1, 2, 3}, Elena S. Levanova², Ekaterina V. Romanenko³

¹ Higher School of Economics, Moscow, Russia

² Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³ RSSDA Laboratory, Moscow, Russia

Acknowledgements: Russian Scientific Foundation, project no. 21-78-10121

The Amur locations of the petroglyphs of Sikachi-Alyan (the Khabarovsk Territory) stand out among the sites with rock art in Russia and the world for their “mobility”. Petroglyphs are found here on boulders located in the floodplain of the river Amur and are annually exposed to floods and ice drifts. It is quite obvious that in this case the boulders can move, and the petroglyphs can be destroyed. However, until recently, it was not possible to obtain quantitative characteristics of these movements, which led researchers to erroneous conclusions about the nature of the movement of boulders. Within the framework of a joint project of the Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences and the Khabarovsk Regional Center for the Protection of Historical and Cultural Monuments to monitor the state of petroglyphs of the Lower Amur and Ussuri at the Sikachi-Alyan I and Sikachi-Alyan II sites in 2017–2021 aerial photography was carried out with a UAV, based on the results of which digital relief models were built for the areas of boulders with petroglyphs in the floodplain. Comparison of these models made it possible to objectively determine the numerical characteristics of the movements of boulders with petroglyphs and assess the degree of impact of floods and ice drifts on the preservation of the rock art site.

Keywords: rock art, petroglyphs, monitoring, destruction factors, the Lower Amur