

А. А. Тишкин, Л. С. Марсадоллов,  
С. Ю. Бондаренко, Ал. Ал. Тишкин (мл.)

## ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ «ОЛЕННЫХ» КАМНЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ДВУХ ДРЕВНИХ ИЗВАЯНИЙ ИЗ ЭКСПОЗИЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭРМИТАЖА)<sup>1</sup>

*Резюме.* В статье впервые приводятся наиболее полные сведения о двух «оленных» камнях, которые установлены в основной экспозиции на постоянной выставке Государственного Эрмитажа (г. Санкт-Петербург, Россия). Данные изваяния происходят из Тувы и датированы раннескифским временем. Они являются важными источниками при изучении культуры древних кочевников Внутренней Азии. Представлена история открытия и поступления «оленных» камней в музей, а также указаны предыдущие публикации и использование в выставочной деятельности. Для детального изучения изваяний осуществлялось их современное документирование. Сначала с помощью фотограмметрии были сформированы 3D-модели, а затем на основе разработанных цифровых технологий осуществлялась графическая прорисовка имеющихся изображений. Полученные результаты позволили выполнить подробные описания и обозначить всесторонние параметры отраженных реалий. Такая обширная информация обеспечивает возможности для интерпретации запечатленных образов древних воинов, а также проведение сравнительного анализа с другими аналогичными находками. Планируется формирование электронного каталога «оленных» камней Тувы на основе разработанного алгоритма.

*Ключевые слова:* Государственный Эрмитаж, Тува, древние кочевники, «оленные» камни, изображения, фотограмметрия, цифровые технологии, графические прорисовки.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 22-18-00470 «Мир древних кочевников Внутренней Азии: междисциплинарные исследования материальной культуры, изваяний и хозяйства».

## Введение

В настоящее время в основной экспозиции на постоянной выставке Государственного Эрмитажа, которая располагается на первом этаже в Зимнем дворце № 1, в специальных подиумах установлены два «оленных» камня (зал № 30, витрина № 4). Первый из них имеет инвентарный № 2653/1 и был обнаружен Л. Р. Кызласовым в 1955 г. стоявшим на ровном поле возле с. Бай-Хака, в 3 км к востоку от деревни Сосновка Тандинского района Тувинской АССР (ныне – Республика Тыва в составе Российской Федерации). В предварительной публикации, кроме рисунков трех сторон (рис. 1: 1), совсем кратко дана такая характеристика: «...Он интересен тем, что вырублен из скалы с писаницей – на нижнем конце столба, скрытом в земле, сохранились изображения (круг, фигурка горного козла и др.). На лицевой стороне, повернутой первоначально на восток, над тремя чертами выбит полумесяц, а к верхнему пояску (здесь уже не к «ожерелью») привешен кинжал» (*Кызласов*, 1978. С. 29. Рис. 3: 1). «Оленный» камень был вывезен Л. Р. Кызласовым в Московский государственный университет, откуда он по акту № 44 от 29 января 1971 г. передан в Государственный Эрмитаж (хранители – М. П. Завитухина, Л. С. Марсаолов). Описание для инвентаря выполнено М. П. Завитухиной: «Камень подчетыреугольной формы, со скошенным верхним краем. На двух сторонах выбиты изображения: на одной – диск, под ним – ряд овальных углублений, передающих пояс, ниже – круг и изображение животного. На другой грани выбиты: полукружие, под ним – три косые полосы, ниже – пояс, продолжающийся с соседней грани; к поясу примыкает кинжал с прямым перекрестьем, изображенный наклонно. Верхняя часть необработанной стороны отбита. На гранях с изображениями выбоины и потертости от транспортировки». Отмечены такие размеры древнего изваяния: высота – 110 см; ширина – 36 см (наибольшая). На пояснительной табличке в экспозиции указана датировка – VII в. до н. э.

Второй «оленный» камень имеет инвентарный № 2830/23. Он обнаружен Саяно-Алтайской археологической экспедицией Государственного Эрмитажа под руководством Л. С. Марсаолова в 1989 г. на окраине поселка Аржан (Аржаан) Пий-Хемского района бывшей Тувинской АССР. Ранее изваяние, вероятно, находилось на склонах горы Кош-Пей, а в поселок его привез местный механизатор (*Марсаолов*, 2005. С. 307). В 1989 г. экспедицией Государственного Эрмитажа на предполагаемом первоначальном месте раскопан культовый комплекс, состоявший из ряда примыкавших друг к другу «кольцевидных» каменных выкладок, расположенных по линии Ю – С (*Марсаолов*, 1998; 2005). Под камнями находились четыре ямки диаметром около 55 см и глубиной около 80 см. В одной из них найдены остатки деревянного столба, а в трех других могли находиться каменные изваяния, обнаруженные ранее возле горы. Указанный «оленный» камень (№ 3) поступил в Государственный Эрмитаж в 1990 г. (по акту № 463 от 29 мая 1990 г., опись № 2). Информация для инвентаря подготовлена Л. С. Марсаоловым: «Изваяние в виде схематизированной фигуры мужчины-воина. В верхней части схематично выделена голова, на месте лица выбиты три косые черты. На боковых гранях сверху выбиты серьга с растреском и два кольца, а ниже на задней грани показан хищник (барс или пантера).

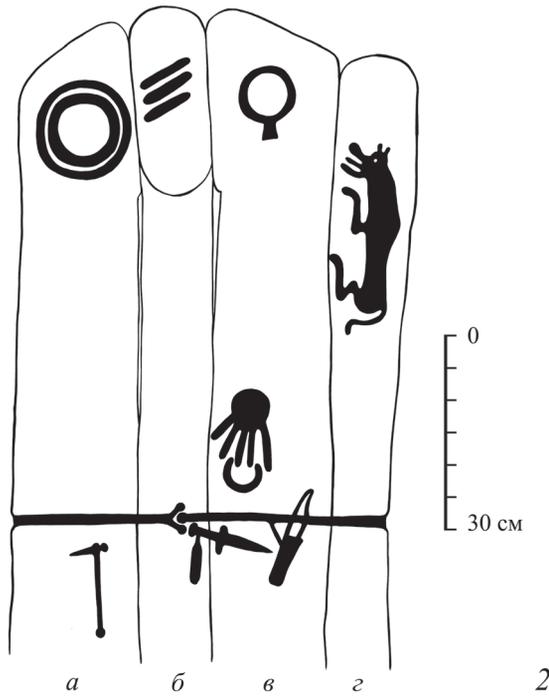
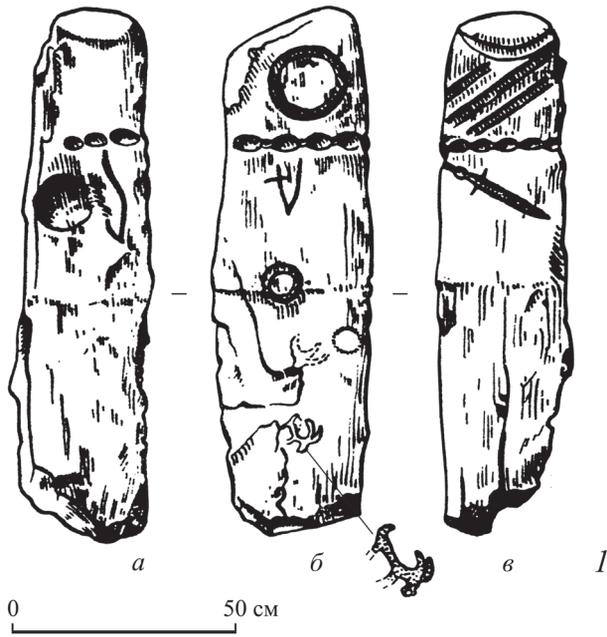


Рис. 1. «Оленные» камни, обнаруженные в Туве

1 – у с. Сосновка (по: Кызласов, 1978); 2 – у пос. Аржан (по: Марсаолов, 1998)

В нижней половине выбиты пояс с застежками, подвешенными чеканом, оселком, кинжалом и луком в налучье. Выше пояса выбиты солнце с пятью лучами (или рука?) и полумесяц. Очищено, поверхностный слой закреплен, небольшие выбоины, царапины». Указаны размеры стелы, изготовленной из кремнистого песчаника коричневого цвета, – 110 × 22 × 12 см. На пояснительной табличке в экспозиции обозначена датировка – VIII в. до н. э. Этот «оленный» камень участвовал в следующих временных выставках: «Мир кочевников» (Россия, г. Выборг, выставочный центр «Эрмитаж – Выборг», 2013 г.) и «Скифы: войны Древней Сибири» (Великобритания, г. Лондон, Британский музей, 2017 г.). Сведения о нем и изображения размещены в изданных каталогах (*Марсадолов*, 2013. С. 12–14; *Marsadolov*, 2017. P. 82–83). Кроме этого, описание, прорисовка (рис. 1: 2) и анализ некоторых изображений были ранее представлены в ряде публикаций (*Марсадолов*, 1998. С. 51–52. Рис. 1; *Килуновская, Семенов*, 1999. С. 141. Рис. 10: 1; *Марсадолов*, 2005. С. 307–309. Рис. 4, 6; и др.).

Задача данной статьи – продемонстрировать современные возможности документирования «оленных» камней с помощью фотограмметрии и цифровых технологий, которые обеспечивают создание 3D-моделей и графических прорисовок. Данный формат позволяет наиболее детально представить важные источники для реконструкции культуры древних кочевников Внутренней Азии.

### Методика документирования

Для получения в конечном итоге графических прорисовок изображений, имеющих на вышепредставленных «оленных» камнях, сначала осуществлялась фотограмметрия фотоаппаратом Sony Alpha A7R Mark II с объективом Sony FE 28 mm и вспышкой Godox AR400. Съемка проводилась одним из авторов статьи 13 ноября 2023 г. Было выполнено множество перекрывающихся друг друга снимков поверхности обоих изваяний по разработанной методике, учитывающей размер и глубину выбитых изображений (в среднем одна точка должна быть отражена на 12 снимках). На основе обработанных данных формировалась 3D-модель каждого «оленного» камня (рис. 2 и 5). Помещение полученных цифровых копий в виртуальное пространство позволяет работать с физически корректным светом: можно менять его направление и распределение, устанавливать степень отражения и поглощения, а также добиться гораздо лучшей видимости поверхностной геометрии. Восприятие изображения каменного изваяния человеческим глазом сильно зависит от светового потока. Оптимальные параметры такого источника решают проблему контрастной чувствительности, т. е. обеспечивают способность глаза различать минимальную разность яркостей двух смежных точек. Использование указанного механизма демонстрируется на рис. 2 и 5, на которых видно, что геометрия поверхности и выбивка стали хорошо выраженными.

Цифровая копия обеспечивает детальное изучение полученных результатов. Она также дает возможность сделать графические иллюстрации с помощью компьютерного анализа на основе апробированного алгоритма машинного обучения, который включает «...построение контуров выбивки путем проведения анализа данных, их классификации, фильтрации, преобразования, извлечения



Рис. 2. Рендеры цифровой копии «оленного» камня, найденного у с. Сосновка

необходимой информации, обратного преобразования и принятия решений» (Тишкин и др., 2023а. С. 278–279). Для реализации указанных действий использовался ряд программ компании Autodesk, а рендеринг правильных ортогональных видов высокого разрешения без перспективного искажения проводился в системе физически корректного рендеринга V-Ray (Тишкин, Бондаренко, 2023. С. 9). Разработанная компьютерная программа выявляла различия в структуре поверхности камня и создавала текстуру, в которой вероятное геометрическое место точек, соответствующее распознанным искусственным углублениям, обозначалось темным цветом. После помещения полученной текстуры на 3D-модель и рендера формировалась графическая иллюстрация каждого «оленного» камня (рис. 3 и 6). Компьютерная обработка обеспечивает достаточно детальные изображения и хорошо определяет края выбивок. Благодаря этому можно не только восстановить форму рисунков, но и определить любые необходимые размеры<sup>2</sup>. Кроме всего, имеющиеся 3D-модели позволили создать 2D-развертки поверхностей «оленных» камней в графическом виде (рис. 4). Для получения релевантных изображений недостаточно использовать только встроенный механизм UV-развертки, заложенный в большинстве профессиональных 3D-редакторов. Очень важно максимально минимизировать возможные искажения. Данная задача не решается стандартным программным обеспечением. Поэтому специально был создан алгоритм развертки, адекватно отражающей именно все изображения, не учитывая при этом форму развертки самого «оленного» камня (Тишкин и др., 2023а. С. 279). Весь представленный комплекс действий уже неоднократно апробирован, демонстрировался в докладах на конференциях и отражен в публикациях (Тишкин, Бондаренко, 2023; Тишкин и др., 2023а; Тишкин и др., 2023б; и др.). Он показывает хорошие результаты и имеет перспективы для дальнейшего усовершенствования при документировании «оленных» камней с более сложными изображениями и техниками их создания.

### Описание «оленных» камней

**«Оленный» камень из Сосновки** в ходе фотограмметрии находился в вертикальном положении и был закреплен в подиуме. Видимая часть составляла около 1 м (рис. 2). Судить об оставшемся фрагменте можно на основании опубликованного рисунка (рис. 1: 1) и по ранее сделанным фотоснимкам. Полученная цифровая копия, а также осуществленное подробное описание самого объекта позволяют наиболее полно представить этот «оленный» камень. Верхушка изваяния (рис. 2: 1) хорошо оформлена (по периметру она была сглажена радиусами в 2–3 см), но демонстрирует следы разного воздействия. Ее размеры – 29 × 22 см. Лицевая сторона «оленного» камня (рис. 2: 2, 3) имеет следующую ширину: над ожерельем – 27,7 см, под кинжалом – 28 см, внизу у подиума – 25,5 см. Обозначенные параметры и в целом внешний вид указывают на то, что верхняя часть плоскости была специально подготовлена для нанесения

<sup>2</sup> Они будут приведены ниже при описании «оленных» камней. При этом осуществлялось сравнение с показателями, которые были ранее получены линейкой и электронным штангенциркулем.

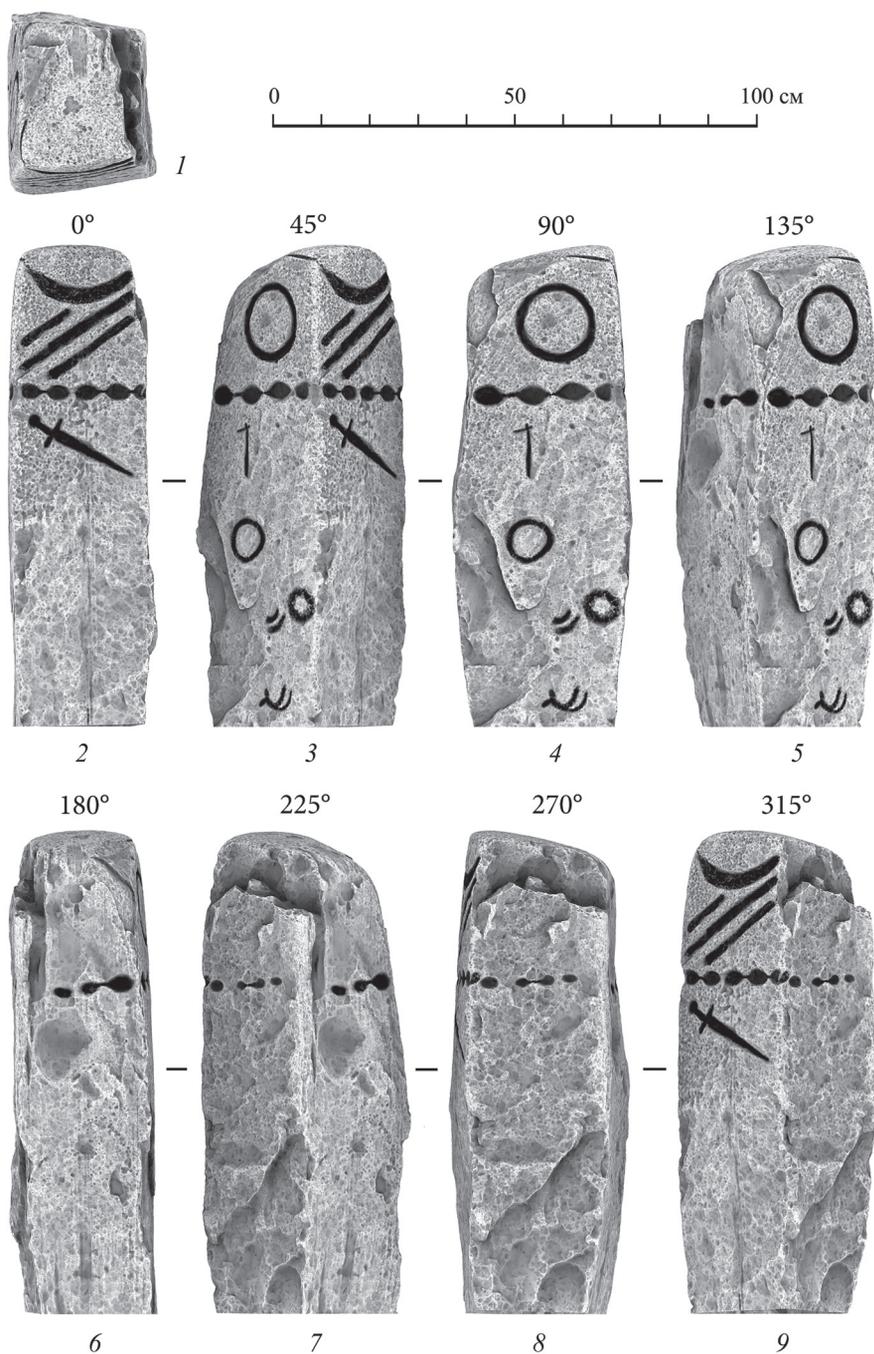
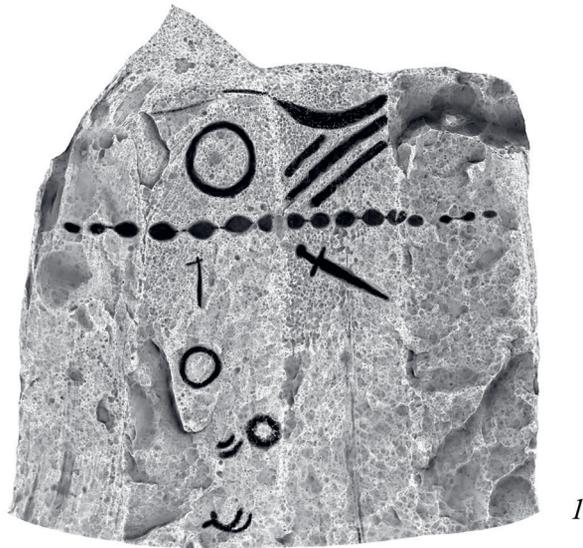
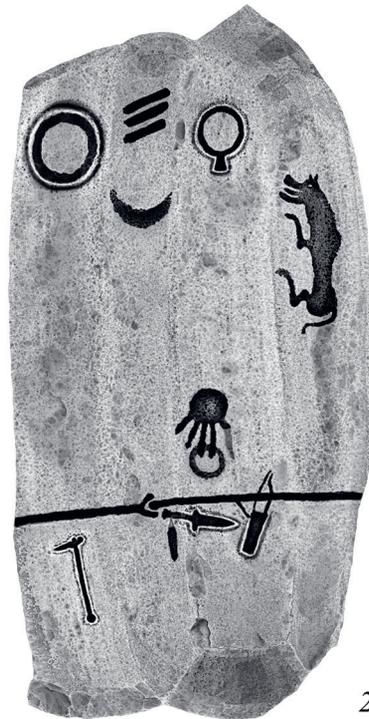


Рис. 3. «Оленый» камень, найденный у с. Сосновка. Графические иллюстрации



1



2

Рис. 4. Развертки поверхностей «оленных» камней с графическими изображениями, обнаруженных у с. Сосновка (1) и у пос. Аржан (2)

изображений. Видны четкие следы выравнивания техникой крупного пикетажа (выбивки), а также шлифованием в центральной части, где находилась выемка. Там же, по-видимому, остался след от троса, полученный в ходе перемещения изваяния. Правая сторона<sup>3</sup> изваяния (рис. 2: 4, 5) имеет сверху характерно оформленную скошенность. Ширина данной плоскости над ожерельем составила 31,5 см, в центре (под чеканом) – 36 см (максимальный показатель) и внизу у подиума – 30 см. Один край по высоте обелиска примерно наполовину выровнен, а противоположный оформлен хуже, хотя хорошо видны следы специальной обработки поверхности в верхней части (рис. 2: 4). Ширина задней стороны (рис. 2: 6, 7) также получена в трех местах: сверху под сколом – 23 см, в центре – 27 см, у подиума – 23 см. В нижней части темной краской в две строчки написана такая информация: ТУВА·55 г. ЛК<sup>4</sup>, с. Сосновка (рис. 2: 6). Немного выше середины выделяется округлая впадина размерами 14,5 × 12,8 см, которая также отмечена на первоначальном рисунке (рис. 1: 1). Компьютерная программа определила ее искусственное происхождение как маловероятное, исходя из анализа краев и поверхности впадины. На левой стороне изваяния (рис. 2: 8, 9) сверху имеется существенное повреждение в виде крупного скола. Ширина над ним составила 26,5 см, над ожерельем и в центре – 28 см, а внизу у подиума – 23 см. На плоскости различимы цифры инвентарного музейного номера 2653/1. Указанные наблюдения и параметры свидетельствуют о том, что «оленный» камень был обработан лишь частично. По всей видимости, учитывались обстоятельства его установки, когда большая часть нижней половины изваяния не видна. Данная тенденция наблюдается при изучении «оленных» камней, которые устанавливались сверху погребальных камер в насыпях курганов или херексуров (Тишкин, 2013. С. 88. Рис. 4; 6 и др.; Tishkin, 2020. Fig. 2; 4; 5 et al.).

Теперь обратимся к выявленным изображениям на рассматриваемом изваянии (рис. 3). На лицевой стороне сверху имеется выбитая полоса дуговидной формы. От верхнего края в центре до нее – 8 см, слева – 3 см, справа – примерно 4 см, но там находится скол и неясно, каким было продолжение выбивки. Что касается целого окончания, то оно не столь отчетливо оформлено и наблюдается отсутствие какого-либо продолжения. Сама эта «дуга» похожа на небольшой козырек или другое оформление головного убора, хотя не стоит исключать изображения подвешенного украшения (рис. 3: 1–3). Ширина ее по центру составляет 3,7 см. Важно отметить, что края выбивки скошены внутрь этого изображения, поэтому внизу такой параметр имеет 2,5 см. Верхняя линия скошенности оказалась шириной до 0,6 см (рис. 3: 4), нижняя не столь сильно выражена. От центра влево и вправо идет сужение «дуги» с таким шагом в одну сторону 3,5 и 3 см, и в другую 2,5 и 2,3 см. Заметно, что изображение не симметрично. Видимая длина «дуги» по прямой составляет 22,5 см. «Дуга» была выбита раньше трех косых желобков, так как верхнее углубленное изображение не заходит на нее и показано лишь частично (рис. 3: 2, 3).

<sup>3</sup> Все указанные стороны рассматриваются исходя из представления схематичной фигуры человека.

<sup>4</sup> ЛК – это сокращение имени и фамилии Леонида Кызласова.

На правой стороне изваяния у верхушки видна линия, как бы продолжающаяся от «дуги», но с ней не соединенная (рис. 2: 3–5). Хорошо идентифицируется короткий участок длиной около 9,5 см и шириной до 0,8 см (рис. 3: 4–5). Далее и ниже просматривается более продолжительная полоса длиной около 24,5 см и шириной в самом начале до 1,5 см (рис. 2: 4–6; 3: 5). Она неровная, местами расширяется до 2 см, а на конце сужается до 0,5 см и заканчивается. Данный элемент компьютерная программа не соотнесла с четкой искусственной выбивкой, поэтому он обозначен темно-серым цветом.

Ниже «дуги» на лицевой стороне выбиты три наклонных желобка глубиной примерно до 1 см. Верхний имеет длину всего 13,1 см и ширину 2,2 см. Центральная линия самая широкая (до 3 см) и длинная (28 см), она одним краем упирается в сбитый участок. Нижний желобок частично поврежден сколом. Его длина 23,2 см и ширина 2 см. Края у этих изображений неровные. Выбивка внутри них заглаживалась. Под рассмотренной композицией хорошо видны четыре целых и часть пятой «лунки-бусины» (рис. 2: 2, 9; 3: 2), демонстрирующих часть именно ожерелья, а не пояса, как было ранее указано в публикации (*Кызыласов*, 1978. С. 29) и в инвентаре. Их размеры такие (слева направо): 4,5 × 3 см; 4,6 × 3,1 см; 5,3 × 3,3 см; 5 × 3,45 см. Слева у грани плоскости имеется скол (рис. 2: 3; 3: 3, 4). Стоит сразу отметить, что между «лунками-бусинами» на данном «оленном» камне местами прослеживаются части линии, имитирующей нить (рис. 2; 3; 4: 1), которая сохранилась только в самых глубоких выемках. Эрозийные изменения на каменной поверхности не позволяют определить реальные параметры таких соединений.

Под оформленной линией ожерелья располагается наклонное изображение как бы подвешенного кинжала (рис. 2: 2). Его длина составляет 25,3 см, из которых клинок – 18,3 см, а рукоять с перекрестием – 7 см (рис. 3: 2). Клинок клиновидной формы относительно равномерно сужается от перекрестия к острию. Его ширина у перекрестия составляет 2,1 см, в центре – 2,65 см, а между серединой и острием – 1,94 см. Видимое расширение (рис. 2: 2, 3, 9) клинка связано с разрушением верхней кромки. Длина перекрестия – 7,2 см, ширина каждого ответвления (по центру) – 1,3 см (нижнее) и 1,4 см (верхнее). Навершие сверху округлое (диаметром 2,7 см), но оформление основания позволяет указать на общую подгрибовидную форму. Рукоять имеет длину 3 см, ширина ее у перекрестия – 1,7 см, а у навершия – 1,3 см. От навершия в сторону скола у ребра идет заметная полоса. Она длиной 3,85 см и шириной 1 см. Компьютерная программа однозначно не распознала эту линию как искусственную выбивку, что может быть связано с процессом разрушения камня.

На правой стороне «оленного» камня сверху находится изображение «серьги» в виде выбитой окружности с точкой внутри нее (рис. 2: 3–5). Диаметр по внешней линии составляет 16,3 см, а по внутренней – 12,5–13,1 см (рис. 3: 4). Ширина полосы – 2–2,35 см. Размеры «точки», немного смещенной от центра, – 3,3 × 2,5 см. Ниже «серьги» располагаются три целые и часть четвертой «лунки-бусины». Их изображения крупные (слева направо): 6,5 × 4,85 см; 7,55 × 4,1 см; 7,9 × 4,2 см; 6,15 × 4,15 см. Эти «лунки-бусины», как и предыдущие, соединены между собой заметной линией (рис. 3: 3–5). Ниже этой части ожерелья находится небольшое изображение чекана длиной 10,8 см (рис. 2: 4; 3: 4).

Длина рукояти – 9,6 см (до бойка), длина бойка – 3,8 см, ширина рукояти в центре – 0,7 см, ширина бойка (к концу он сужается) – 0,7 см.

Ниже от рукояти чекана (в небольшом углублении) выбито кольцевидное изображение диаметром около 9 см (рис. 3: 4). По периметру углубление внутри больше, чем в центре. Возможно, что это попытка показать зеркало с бортиком, но не стоит исключать другие варианты интерпретации. Справа и ниже от него тоже есть выбивки. В указанной публикации (*Кызласов, 1978. С. 29. Рис. 3: 1*) они отмечены как петроглифы, в том числе в виде козлика, который на цифровой прорисовке не просматривается (рис. 3: 3–5). А вот кольцо справа диаметром около 7 см хорошо фиксируется, хотя выбивка не такая ровная, как, например, у «серьги» (рис. 3: 4). На этой рассматриваемой плоскости видна подшлифовка поверхности и есть большой скол внизу (рис. 2: 3–5).

На задней стороне сохранились «лунки-бусины» от изображения ожерелья (рис. 2: 6). Две из них хорошо просматриваются, и они соединены между собой (рис. 3: 6). Размеры этих выбивок (справа налево) примерно такие: 4,95 × 3,35 см; 4,85 × 3 см; 4,25 × 3,1 см. Указанные параметры отражены обобщенно, так как контуры не везде четко просматриваются.

Левая сторона «оленного» камня серьезно пострадала (рис. 2: 7, 8). В статье Л. Р. Кызласова (Там же) она вообще не отражена, по всей видимости, из-за слабой информативности. В верхней части видна сильная отбитость. Не исключено, что на этой плоскости имелось изображение «серьги», остатки которой местами вроде бы просматриваются, хотя компьютерная программа их не уловила. Сохранилась полоса ожерелья из четырех «лунок-бусин» (рис. 3: 8). Они меньше предыдущих изображений, так как верхняя часть поверхности сбита. Между вторым и третьим углублениями видна линия соединения. Размеры сохранившихся «бусин» такие (слева направо): 4,05 × 2,4 см; около 4,4 × 2,5 см; 3,0 × 2,3 см; 3,3 × 2 см. Обычно на левой стороне «оленного» камня изображался лук в горите (*Тишкин, 2013. С. 78–79. Рис. 3*). Но в данном случае ничего подобного не просматривается (рис. 4: 1).

**«Оленный» камень из Аржана** (рис. 4: 2; 5; 6) оказался более легким, и он был извлечен из подиума. Фотограмметрия изваяния, у которого основание обломано, осуществлялась в лежачем положении. Данный небольшой монумент имеет специфическую технику нанесения изображений, что потребовало более длительной и тщательной работы. Дело в том, что вокруг отдельных выбитых контуров сформирована возвышающаяся параллельная линия в виде «валика». Сам факт и техника такого исполнения могут стать темой отдельного исследования<sup>5</sup>. Длина (высота) сохранившейся части древнего изваяния составляет 117 см. Его сечение почти прямоугольное со скругленными краями, верх скошен на 8 см в заднюю сторону. Ширина стелы по центру такая: на лицевой стороне – 12 см; на правой – 21 см; на задней – 14 см; на левой – 19,5 см. Верхушка

<sup>5</sup> Такие исследования уже предпринимались (*Ковалев, 2024*). Для существенной фактологической и сравнительной базы необходимо привлечение широкого круга источников, а также осуществление комплексного подхода вместе со специалистами-трассологами, чтобы детально реконструировать особенности технологии и инструментарий фиксируемой изобразительной практики.

«оленного» камня сглажена радиусами 1,5–2,5 см. Ее размеры 19 × 11 см (рис. 5: 1; 6: 1). Низ имеет следующие параметры: 17 × 15 см (рис. 5: 2; 6: 2). На расстоянии 8 см от низа видно расширение.

На лицевой стороне «оленного» камня вверху выделены три косые линии-желобка (рис. 5: 3, 4), которые находятся в пределах обозначенной части головы высотой около 31,5 см (от самого верха камня до нижней точки дуги) и шириной (в центре) 12 см. Хорошо выделен подбородок овальной формы шириной до 1,6 см (рис. 6: 3, 4). Он подработан снизу и с боков (рис. 5: 3, 4, 10), поэтому компьютерная программа выделила эту зону темным цветом (рис. 6: 3, 4, 10). Затем линия повторяет грани стелы, формируя абрис «лица» (высотой 29 см). Косые линии-желобки расположены выше середины этого «лица», которое сверху обозначено обработкой (рис. 5: 1, 5; 6: 1, 5), а внизу выступает на 0,8 см от основной линии лицевой плоскости (рис. 5: 2, 5, 9; 6: 2, 5, 9). Верхняя полоса находится в 10 см по центру верхушки изваяния. Ее длина – 8,65 см и ширина – 1,24 см. Средняя углубленная линия-желобок имеет такие размеры: длина – 8,55 см, ширина – до 1,4 см. Нижняя, как и средняя, расположена примерно в 1,2 см от предыдущей. Ее длина – 7,95 см, ширина – 1,2 см. Расстояние от нижней линии-желобка до подбородка составляет 14,5 см, а от подбородка до пояса – 51 см. На лицевой стороне «оленного» камня показаны застежка пояса и его окончание (рис. 5: 3), которое заходит в полуовал с утолщениями на концах (рис. 6: 3). Ширина линии пояса в основном составляет 1,25 см, а на его окончании фиксируется расширение до 1,6 см. Ниже под рукоятью кинжала показан оселок. Компьютерная программа вначале недостаточно четко определила данное изображение, выдав вероятность его искусственного происхождения в 41 %, что стало следствием малого изменения угла на ребре выбивки и простой формы, напоминающей естественный скол. Тем не менее оселок различим и выделен цветом (рис. 6: 3, 4, 10). Форма отмеченного контура близка к листовидной. Максимальная длина отмеченного изображения составляет 6,5 см, а ширина – 1,7 см. На указанной компьютерной прорисовке слабее оказался отмечен короткий ремешок шириной 0,8 см, который однозначно не доходит до рукояти кинжала. Изображение оселка в подвешенном виде отражено на близко расположенных «оленных» камнях: из насыпи курганов Аржан-1 (Грязнов, 1980. Рис. 29: 2; Марсадолов, 2005. Рис. 1) и Чинге-Тэй-1 (Чугунов, 2014. Рис. 7: 1).

Правая сторона изваяния имеет вверху характерную скошенность (рис. 5: 5–7). Качественно и необычно изображена «серьга» (рис. 5: 5; 6: 5). По всей видимости, сначала выбивалось внутреннее кольцо, потом еще одно (внешнее). Между ними получилась выпуклость с внешним диаметром 14,5–15,5 см и с внутренним 11,5–12,2 см. Внутреннее выбитое кольцо имело такие параметры: диаметр (внешний) – 11,5–12,2 см; внутренний – 8,6–9,2 см; ширина – 1,2–1,4–1,6 см. Внешнее кольцо оказалось диаметром 16 см и шириной около 1,5 см (рис. 6: 5). На рассматриваемой стороне под линией пояса довольно детально изображен чекан (рис. 6: 4–6). Рукоять имеет внизу расширение, показывающее наличие втока. Длина ее снизу до верха, включая выход за пределы бойка, – 15 см, а до бойка – 13,4 см. Длина бойка, у которого есть выраженный обух, – 6,1 см. Ширина рукояти по центру – 0,9 см, ширина втока – 1,55 см.

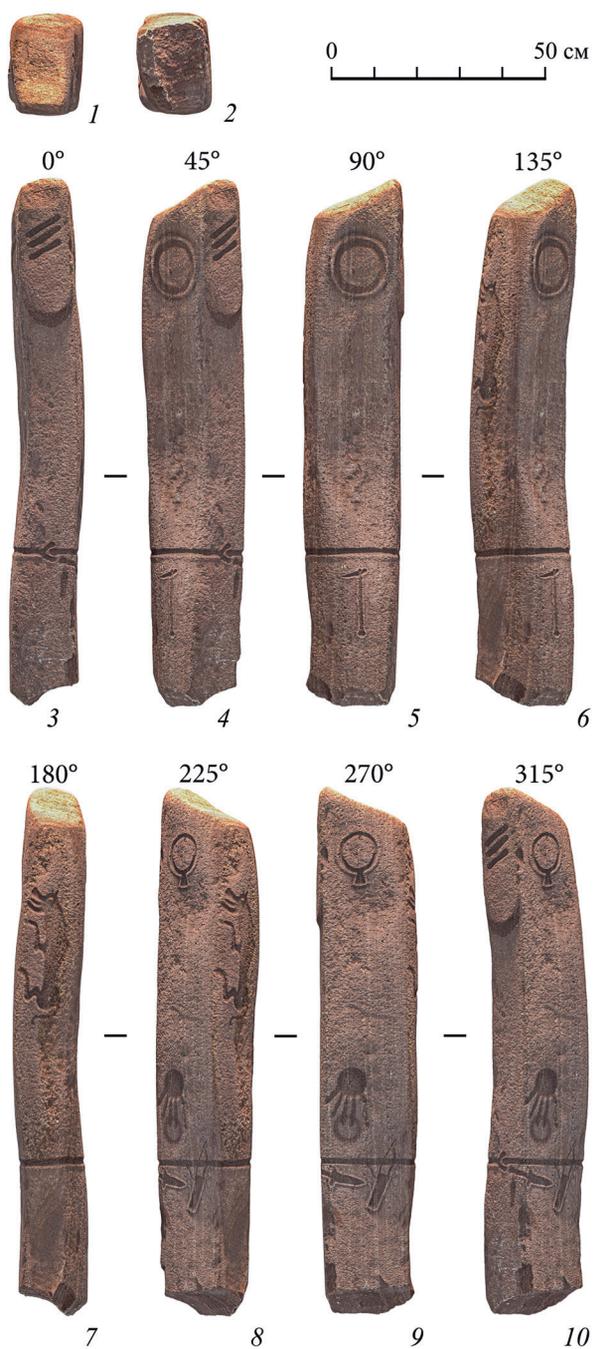


Рис. 5. Рендеры цифровой копии «оленного» камня, найденного у пос. Аржан

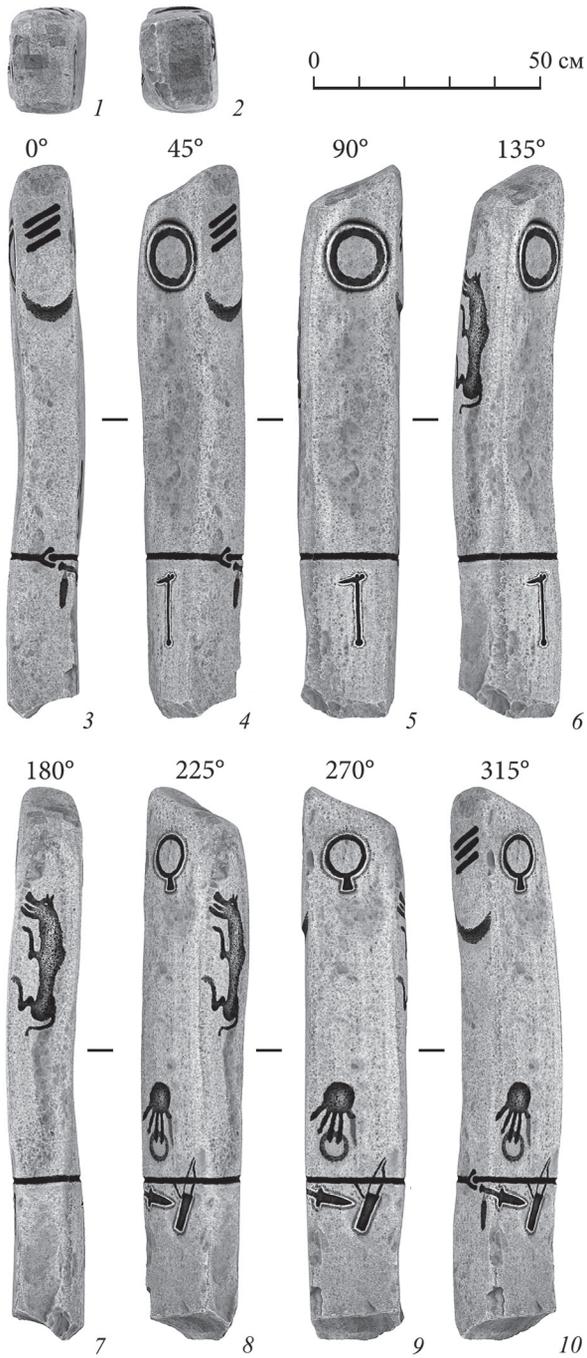


Рис. 6. «Оленный» камень, найденный у пос. Аржан.  
Графические иллюстрации

На задней стороне «оленного» камня изображено хорошо узнаваемое животное – пантера с круглым глазом, двумя торчащими ушами, раскрытой пастью с длинным языком, плавно изогнутым туловищем с длинным хвостом и подогнутыми лапами (рис. 5: 7, 8; 6: 6–8). Полная длина фигуры (от кончика уха до окончания хвоста) составляет 30,8 см, а высота (от края ноги до верхней точки «горба») – 10,6 см. При этом тело (без морды и хвоста) имеет длину 23 см, а высоту разную: у головы и задней части – 3,8 см; у горба – 5,2 см; в районе живота – 2,7 см. Размеры морды – 6,5 × 4,6 см. Длина челюстей – 3,6 см. Хищник изображен в позе перед прыжком. Его ноги в согнутом положении имеют высоту 5 см (если их выпрямить, то будет 10 см). Хвост показан изогнутой линией (в прямом состоянии длина его была бы около 9 см). Толщина хвоста на конце – 2,5 см. Не исключено, что фигура пантеры могла отражать татуировку на спине воина, как, например, делалось в более позднее время (*Баркова, Панкова, 2006*).

На левой стороне «оленного» камня (рис. 5: 9, 10; 6: 9, 10) сверху имеется серьга с подвеской в виде конуса. Внешний диаметр оформления дужки составляет 8,9–9 см. Диаметр внутреннего кольца – 7,1–7,2 см, а его ширина – 1,2–1,3 см. Высота конуса – 2,75 см, ширина основания – 2,1 см, а у кольца – 1,1 см. Изображение серьги с конусовидной подвеской часто встречается на «оленных» камнях. Это хороший хронологический маркер, так как реальные прототипы обнаружены в закрытых погребальных комплексах раннескифского времени в Южной Сибири и других регионах (*Тишкин, 1999*). Наиболее ранние изображения подобных серег известны на ассирийских каменных рельефах, в том числе периода правления Ашшур-нацир-апала II (883–859 гг. до н. э.) (*Марсадолов, 2005. С. 308–309. Рис. 6*). В кургане Аржан-2, датируемом второй половиной или последней четвертью VII в. до н. э., найдена серия аналогичных изделий (*Чугунов и др., 2003. С. 127; 2017. Табл. 12: 2, 5; 57: 6; 58: 1; и др.*).

Не совсем обычным на рассматриваемой плоскости является выбитый круг с пятью отходящими вниз отростками (рис. 5: 8–10; 6: 8–10). Подобное изображение имеется на «оленном» камне, обнаруженном при раскопках близкого кургана Чинге-Тей-1, которое автор исследования трактует в качестве «...ладони с растопыренными пальцами и кругом (зеркалом?)» (*Чугунов, 2014. С. 138. Рис. 7: 1*). Диаметр вышеуказанного диска составляет 6,25 см. Длина первого отростка (слева направо) – 5,35 см; второго – 5,62 см; третьего – 6,1 см; четвертого – 6,6 см. Точные размеры пятого установить сложно из-за вертикальной коррозии поверхности камня. Но понятно, что он был короче других (рис. 6: 9). Под рассмотренным изображением хорошо фиксируется выбитая окружность, внешний диаметр которой составляет 6 см по вертикали и 6,4 см по горизонтали. Ширина в нижней части достигает 1,5 см. Л. С. Марсадолов предполагает, что «рука» – это еще и «солнце с лучами», которые с изображенным «полумесяцем» (*Марсадолов, 2005. С. 308*) могут являться своеобразными прототипами знаков-символов, известных в Древнем Египте, Анатолии, Башадаре-2 и позднее ставших важной верхней частью в священном знаке «Соембо» в Монголии.

К глубоко выбитой полосе пояса подвешен лук в горите. Об этом свидетельствует соединяющая короткая и наклонная линия (рис. 6: 9, 10). Судя по имеющейся цифровой копии, изображение лука перекрывает пояс (рис. 5: 8–10). В графическом исполнении данный факт отчетливо не демонстрируется

(рис. 6: 8–10). Поэтому при публикации результатов фотограмметрии важно давать и цветные, и черно-белые обработанные иллюстрации. Наклонное изображение кинжала начинается на лицевой стороне, а потом переходит на левую плоскость (рис. 6: 10). Навершие у этого оружия дископодобное<sup>6</sup>, длиной 1,55 см. Изображение рукояти вместе с ним составляет около 5,4 см, а ширина в центре – 1,05 см. Брусковидное перекрестие имеет длину 4 см. Длина клинка – 7 см, ширина его у перекрестия – 1,8 см. Лук выступает над поясом примерно на 5 см. Длина горита – около 8 см, ширина – 2,7 см в верхней части и 2,2 см в нижней (рис. 6: 9).

Полное композиционное расположение описанных изображений можно посмотреть на полученной развертке (рис. 4: 2).

### Заключение

Уже более 100 лет в Туве изучаются «оленные» камни. В настоящее время большая часть таких изваяний сосредоточена в музеях разных городов России. Существенное число хранится и экспонируется в Национальном музее им. Алдан-Маадыр Республики Тыва и его филиалах. При этом не всегда был зафиксирован четкий контекст их нахождения. Известны «оленные» камни, которые оказались переиспользованы в тюркское время (см., например: *Тишкин, Бондаренко, 2023*). На первоначальных местах или близко к ним сохранилось мало древних обелисков с характерными изображениями. Из Турано-Уюкской котловины, где раскопаны курганы Аржан-1, Аржан-2 и продолжают исследования, происходит серия «оленных» камней (*Грязнов, 1980; Марсаолов, 2005; Чугунов, 2014; Чугунов и др., 2017; и др.*). По всей видимости, эта территория была в VIII–VI вв. до н. э. одним из военно-политических, экономических и ритуально-сакральных центров крупного союза кочевых племен не только Тувы, но и Внутренней Азии. «Оленные камни» заключали в себе много функций. Довольно часто такие стелы являлись важной составной частью сложных ритуальных (мемориальных) комплексов, а также были связаны с херексурами, у которых обозначены «лучи-дорожки» (*Ковалев, Эрдэнэбаатар, 2007*). Эти кратко перечисленные обстоятельства позволяют рассматривать Туву как одну из территорий концентрации и распространения «оленных» камней (*Төрбат и др., 2021. С. 287–312*). Данное обстоятельство требует современного документирования таких находок, а также их системной публикации и общей каталогизации с последующей интерпретацией. Обозначенная научно-исследовательская работа уже осуществляется и направлена на существенное расширение имеющихся возможностей. Планируется формирование электронного каталога «оленных» камней Тувы на основе разработанного алгоритма. Для этого в рамках

<sup>6</sup> Выявленную форму навершия трудно адекватно описать из-за относительной аморфности, что, возможно, связано с попыткой мастера отразить какую-то реальную фигуру. Указанная характеристика основана на ассоциации контура разреза спортивного диска для метания, который имеет близкие очертания. Уточнение формы может быть осуществлено при обнаружении реального или близкого прототипа среди находок кинжалов раннескифского времени.

реализации указанного проекта РНФ формируется демонстрационная компьютерная программа, которая рассчитана на специалистов, но может быть интересна широкому кругу пользователей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баркова Л. Л., Панкова С. В., 2006. Татуировки на мумиях из Пазырыкских курганов в инфракрасных лучах // Вестник истории, литературы, искусства. Т. 3. С. 31–42.
- Грязнов М. П., 1980. Аржан: Царский курган раннескифского времени. Л.: Наука. 64 с., 2 л. ил.
- Килуновская М. Е., Семенов Вл. А., 1999. Оленные камни Тувы. Часть 2. Сюжеты, стиль, семантика // АВ. Вып. 5. СПб. С. 130–145.
- Ковалев А. А., 2024. Мастер из дальних земель: сочетание барельефа и контррельефа как уникальная особенность передачи контура изображений на оленных камнях с Кубани (Зубовский I) и из Монгольского Алтая (Хар говь № 2) // Древности Северного Причерноморья, Кавказа и Средней Азии: От открытий Н. И. Веселовского к современной науке: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 175-летию Николая Ивановича Веселовского (1848–1918) / Отв. ред.: М. Т. Кашуба, М. В. Медведева, Е. О. Стоянов. СПб.: ИИМК РАН. С. 86–90.
- Ковалев А. А., Эрдэнэбаатар Д., 2007. Две традиции ритуального использования оленных камней Монголии // Каменная скульптура и мелкая пластика древних и средневековых народов Евразии / Отв. ред. А. А. Тишкин. Барнаул: Азбука. С. 99–105. (Тр. Сибирской ассоц. исслед. первобыт. искусства; вып. 3.)
- Кызыласов Л. Р., 1978. К изучению оленных камней и менгиров // КСИА. Вып. 154. С. 25–30.
- Марсадолов Л. С., 1998. Новые исследования Эрмитажа в Саяно-Алтае // АСГЭ. Вып. 33. СПб. С. 49–60.
- Марсадолов Л. С., 2005. «Оленные» камни из поселка Аржан в центре Азии // Древности Евразии: от ранней бронзы до раннего средневековья: памяти В. С. Ольховского / Гл. ред. В. И. Гуляев. М.: ИА РАН. С. 301–311.
- Марсадолов Л. С., 2013. Каталогное описание (№ 1) // Мир кочевников. Из археологических лекций Государственного Эрмитажа: каталог выставки / Отв. ред. М. Б. Пиотровский. СПб.: Славия. С. 12–14.
- Тишкин А. А., Бондаренко С. Ю., 2023. «Оленные» камни древних кочевников в ритуальной практике раннесредневековых тюрок: изучение изваяний с помощью цифровых технологий // Политические, социально-экономические и этнокультурные процессы в Евразии в средневековый период: материалы Междунар. науч. конф. / Отв. ред. С. В. Землюков. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. С. 7–12.
- Тишкин А. А., 1999. Украшения раннескифского времени из Горного Алтая // Итоги изучения скифской эпохи Алтая и сопредельных территорий / Отв. ред.: Ю. Ф. Кирюшин, А. А. Тишкин. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. С. 184–193.
- Тишкин А. А., 2013. Выявление, документирование и изучение «оленных» камней в долине Буянты (Монгольский Алтай) // Теория и практика археологических исследований. № 1 (7). С. 73–90.
- Тишкин А. А., Бондаренко С. Ю., Тишкин Ал. Ал., 2023. «Оленный» камень из Тувы: современные возможности получения графических рисунков // Современные решения актуальных проблем евразийской археологии. Вып. III / Отв. ред. А. А. Тишкин. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. С. 275–281.
- Тишкин А. А., Табалдиев К. Ш., Бондаренко С. Ю., 2023. Использование цифровых технологий при документировании «оленных» камней в Кыргызстане // Современные решения актуальных проблем евразийской археологии. Вып. III / Отв. ред. А. А. Тишкин. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. С. 281–286.
- Төрбат Ц., Гантулга Ж., Баярхүү Н., Батсүх Д., Төрбаяр Н., Эрдэнэ-Очир Н., Батболд Н., Цэлхагарав Ц., 2021. Монгол ба бүс нутгийн буган хөшөөний соёл: Нэгэн сэдэвт бүтээл. 3. Улаанбаатар: Мөнхийн усэг. 448 с. (На монг. яз.)
- Чугунов К. В., 2014. Оленные камни Чинге-Тэя (предварительное сообщение) // Древние и средневековые изображения Центральной Азии / Отв. ред. А. А. Тишкин. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. С. 136–140.

- Чугунов К. В., Парцингер Г., Наглер А., 2003. Ювелирные изделия из кургана Аржан-2. Вопросы происхождения комплекса // Ювелирное искусство и материальная культура: тез. докл. участников двенадцатого коллоквиума / Науч. ред. Н. Захарова. СПб.: Изд-во ГЭ. С. 125–128.
- Чугунов К. В., Парцингер Г., Наглер А., 2017. Царский курган скифского времени Аржан-2 в Туве. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН. 500 с.

- Marsadolov L. S., 2017. Deer stone // Scythians warriors of ancient Siberia. London: The British Museum: Thames and Hudson. P. 82–83.
- Tishkin A. A., 2020. Advancing Archaeological Research of the Mongolian Altai through the Scientific Study of Deer Stones: New Discoveries from Buyant Valley // Asian Perspectives: The Journal of Archaeology for Asia and the Pacific. Vol. 59. № 2. P. 453–477.

*Сведения об авторах*

Тишкин Алексей Алексеевич, Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, 656049, Россия; e-mail: tishkin210@mail.ru;

Марсадолов Леонид Сергеевич, Государственный Эрмитаж, Дворцовая наб., 34, Санкт-Петербург, 190000, Россия; e-mail: marsadolov@hermitage.ru;

Бондаренко Сергей Юрьевич, Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, 656049, Россия; e-mail: bonsu@yandex.ru;

Тишкин Алексей Алексеевич (мл.), Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, 656049, Россия; e-mail: mattercraft@mail.ru

A. A. Tishkin, L. S. Marsadolov,  
S. Yu. Bondarenko, Al. Al. Tishkin (Jr)

POSSIBILITIES OF DIGITAL TECHNOLOGIES  
IN THE STUDIES OF DEER STONES  
(CASE STUDY OF TWO ANCIENT STATUES  
FROM THE STATE HERMITAGE MUSEUM)

*Abstract.* This paper is the first to publish the most complete information on two deer stones put on display at the State Hermitage Museum (Saint-Petersburg, Russia). These statues originate from Tyva and date from the early Scythian period. They are a vital source for studying the culture of ancient nomads in Inner Asia. The paper describes the history of discovery and acquisition of the deer stones by the museum and also contains references to the early publications and display at exhibitions. Modern documenting was performed for their detail study. At first, 3D models were prepared using photogrammetry and graphical drawings of the images were then made based on the digital technologies developed. The results obtained made it possible to prepare detailed descriptions and identify multiple characteristics of reflected real items. This extensive information provides an opportunity to interpret the images of ancient warriors as well as perform comparative analysis using other similar finds. It is planned to prepare an online catalogue of Tyva deer stones using the procedure developed.

*Keywords:* State Hermitage Museum, Tyva, ancient nomads, deer stones, images, photogrammetry, graphical drawings.

REFERENCES

- Barkova L. L., Pankova S. V., 2006. Tatuirovki na mumiyakh iz Pazyrykskikh kurganov v infrakrasnykh luchakh [Tattoos on mummies from Pazyryk kurgans in infrared rays]. *Vestnik istorii, literatury, iskusstva [Bulletin of history, literature, and art]*, 3, pp. 31–42.
- Chugunov K. V., 2014. Olennye kamni Chinge-Teya (predvaritel'noe soobshchenie) [Deer stones of Chinge-Tay (preliminary report)]. *Drevnie i srednevekovye izobrazheniya Tsentral'noy Azii [Ancient and medieval images of Central Asia]*. A. A. Tishkin, ed. Barnaul: Altayskiy universitet, pp. 136–140.
- Chugunov K. V., Partzinger G., Nagler A., 2003. Yuvelirnye izdeliya iz kurgana Arzhan-2. Voprosy proiskhozhdeniya kompleksa [Jewelry from Arzhan-2 kurgan. Issues of origin of the complex]. *Yuvelirnoe iskusstvo i material'naya kul'tura (dvenadtsaty kollokvium) [Jewelry art and material culture (twelfth colloquium)]*. N. Zakharova, ed. St. Petersburg: GE, pp. 125–128.
- Chugunov K. V., Partzinger G., Nagler A., 2017. Tsarskiy kurgan skifskogo vremeni Arzhan-2 v Tuve [Royal kurgan of Scythian period Arzhan-2 in Tuva]. Novosibirsk: IAET SO RAN. 500 p.
- Gryaznov M. P., 1980. Arzhan: Tsarskiy kurgan ranneskifskogo vremeni [Arzhan: Royal kurgan of Early Scythian period]. Leningrad: Nauka. 64 p., 2 pl. ill.
- Kilunovskaya M. E., Semenov V. A., 1999. Olennye kamni Tuvy. Chast' 2. Syuzhety, stil, semantika [Deer stones of Tuva. Part 2. Subjects, style, semantics]. *AV*, 5. St. Petersburg, pp. 130–145.
- Kovalev A. A., 2024. Master iz dalnikh zemel: sochetanie barel'efa i kontrrel'efa kak unikalnaya osobennost' peredachi kontura izobrazheniy na olennykh kamnyakh s Kubani (Zubovskiy I) i iz Mongolskogo Altaya (Khar gov' № 2) [A master from distant lands: combination of bas-relief and counter-relief as a unique feature of presentation of contour of images on deer stones from Kuban (Zubovskiy I) and from Mongolian Altai (Khar gov' No. 2)]. *Drevnosti Severnogo Prichernomor'ya, Kavkaza i Sredney Azii: Ot otkrytiy N. I. Veselovskogo k sovremennoy nauke [Antiquities of North Pontic region, Caucasus and Central Asia: From discoveries of N. I. Veselovsky to modern science]*. M. T. Kashuba, M. V. Medvedeva, E. O. Stoyanov, eds. St. Petersburg: IIMK RAN, pp. 86–90.
- Kovalev A. A., Erdenebaatar D., 2007. Dve traditsii ritual'nogo ispol'zovaniya olennykh kamney Mongolii [Two traditions of ritual use of deer stones in Mongolia]. *Kamennaya skulptura i melkaya plastika drevnikh i srednevekovykh narodov Evrazii [Stone sculpture and portable figurines of ancient and medieval peoples of Eurasia]*. A. A. Tishkin, ed. Barnaul: Azbuka, pp. 99–105. (Trudy Sibirskoy Assotsiatsii issledovatelye pervobytnogo iskusstva, 3.)
- Kyzlasov L. R., 1978. K izucheniyu olennykh kamney i mengirov [To the study of deer stones and menhirs]. *KSIA*, 154, pp. 25–30.
- Marsadolov L. S., 1998. Novye issledovaniya Ermitazha v Sayano-Altaye [New studies of the Hermitage in Sayan-Altai]. *ASGE*, 33. St. Petersburg, pp. 49–60.
- Marsadolov L. S., 2005. «Olennye» kamni iz poselka Arzhan v tsentre Azii [«Deer» stones from village Arzhan in the center of Asia]. *Drevnosti Evrazii: ot ranney bronzy do rannego srednevekov'ya [Antiquities of Eurasia: from Early Bronze Age to Early Middle Ages]*. V. I. Gulyaev, ed. Moscow: IA RAN, pp. 301–311.
- Marsadolov L. S., 2013. Kataloghnoe opisanie (№ 1) [Catalogue description (№ 1)]. *Mir kochevnikov. Iz arheologicheskikh kolleksiy Gosudarstvennogo Ermitazha [World of nomads. From archaeological collections of the State Hermitage]*. M. B. Piotrovskiy, ed. St. Petersburg: Slavia, pp. 12–14.
- Tishkin A. A., Bondarenko S. Yu., 2023. «Olennye» kamni drevnikh kochevnikov v ritual'noy praktike rannesrednevekovykh tyurok: izuchenie izvayaniy s pomoshch'yu tsifrovyykh tekhnologiy [«Deer» stones of ancient nomads in ritual practice of Early Medieval Turks: study of sculptures using digital technologies]. *Politicheskie, sotsial'no-ekonomicheskie i etnokul'turnye protsessy v Evrazii v srednevekovyy period [Political, socio-economic and ethnocultural processes in Eurasia in Medieval period]*. S. V. Zemlyukov, ed. Barnaul: Altayskiy universitet, pp. 7–12.
- Tishkin A. A., 1999. Ukrasheniya ranneskifskogo vremeni iz Gornogo Altaya [Early Scythian jewelry from Altai Mountains]. *Itogi izucheniya skifskoy epokhi Altaya i sopredel'nykh territoriy [Results of the study of Scythian epoch of Altai and adjacent territories]*. Yu. F. Kiryushin, A. A. Tishkin, eds. Barnaul: Altayskiy universitet, pp. 184–193.
- Tishkin A. A., 2013. Vyyavlenie, dokumentirovanie i izuchenie «olennykh» kamney v doline Buyanta (Mongol'skiy Altay) [Identification, documentation and study of «deer» stones in Buyant valley

(Mongolian Altai)]. *Teoriya i praktika arkhеologicheskikh issledovaniy [Theory and practice of archaeological research]*, 1 (7), pp. 73–90.

- Tishkin A. A., Bondarenko S. Yu., Tishkin Al. Al., 2023. «Olenny» kamen' iz Tuvy: sovremennye vozmozhnosti polucheniya graficheskikh risunkov [«Deer» stone from Tuva: modern possibilities for obtaining graphic drawings]. *Sovremennye resheniya aktual'nykh problem evraziyskoy arkhеologii [Modern solutions to urgent problems of Eurasian archaeology]*, III. A. A. Tishkin, ed. Barnaul: Altayskiy universitet, pp. 275–281.
- Tishkin A. A., Tabaldiev K. Sh., Bondarenko S. Yu., 2023. Ispol'zovanie tsifrovyykh tekhnologiy pri dokumentirovani «olennykh» kamney v Kyrgyzstane [Use of digital technologies in documenting «deer» stones in Kyrgyzstan]. *Sovremennye resheniya aktual'nykh problem evraziyskoy arkhеologii [Modern solutions to urgent problems of Eurasian archaeology]*, III. A. A. Tishkin, ed. Barnaul: Altayskiy universitet, pp. 281–286.
- Torbat Ts., Gantulga Zh., Bayarkhyi N., Batsykh D., Torbayar N., Erdene-Ochir N., Batbold N., Tselkhagarav Ts., 2021. Mongol ba bys nutgiyn bugan khoshooniy soel: Negen sedevt byteel, 3. Ulaanbaatar: Monkhiiyn useg. 448 p. (In Mongolian.)

#### *About the authors*

Tishkin Aleksey A., Altai State University, pr. Lenina, 61, Barnaul, 656049, Russian Federation; e-mail: tishkin210@mail.ru;

Marsadolov Leonid S., State Hermitage, Dvortsovaya nab., 34, St. Petersburg, 190000, Russian Federation; e-mail: marsadolov@hermitage.ru;

Bondarenko Sergej Yu., Altai State University, pr. Lenina, 61, Barnaul, 656049, Russian Federation; e-mail: bonsu@yandex.ru;

Tishkin Aleksey A. (Jr), Altai State University, pr. Lenina, 61, Barnaul, 656049, Russian Federation; e-mail: mattcraft@mail.ru