

УДК 902/904

<https://doi.org/10.24852/2587-6112.2025.2.145.153>

ОПЫТ СЪЕМКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТОВ МАЛЫХ РАЗМЕРОВ НА ПРИМЕРЕ ПАЛЬМИРСКИХ ТЕССЕР ИЗ СОБРАНИЯ ГМИИ ИМ. А.С. ПУШКИНА¹

© 2025 г. М.Г. Бодрова, А.К. Лявданский

В данной статье представлен опыт трехмерного моделирования (фотограмметрии) девяти археологических предметов малых размеров из коллекции Государственного музея изобразительных искусств им. А.С. Пушкина. Объектами исследования выступают тессеры с неглубокими штампами и следами износа, что потребовало применения макросъемки и специальных алгоритмов обработки изображений для достижения высокой детализации. Рассматриваются технические аспекты съемки, такие как использование фотокамеры с макрообъективом и моторизованных рельсов для стабилизации съемки. Также приводится анализ методов обработки моделей, включая использование алгоритма MSII для улучшения читаемости надписей и изображений. В статье обсуждаются сложности, возникающие при моделировании объектов с поврежденными поверхностями, и предложены решения для повышения качества визуализации. Результаты исследования демонстрируют новые возможности в создании высокодетализированных моделей для научной работы с музейными экспонатами.

Ключевые слова: тессеры, цифровое документирование, трехмерное моделирование, фотограмметрия, алгоритм MSII, моделирование объектов малых размеров.

EXPERIENCE IN DOCUMENTING AND VISUALIZING SMALL ARTIFACTS: A CASE STUDY OF PALMYRENE TESSERAE FROM THE PUSHKIN STATE MUSEUM OF FINE ARTS COLLECTION²

M.G. Bodrova, A.K. Lyavdansky

The paper presents the experience of 3D modeling (photogrammetry) of nine small-sized archaeological artifacts from the collection of the Pushkin State Museum of Fine Arts. The objects of study are tesserae with shallow impressions and signs of wear, which required the use of macro photography and specialized image processing algorithms to achieve high detail. The technical aspects of photography are examined, including the use of a camera with a macro lens and motorized rails to stabilize the shooting process. The article also provides an analysis of model processing methods, such as the application of the MSII algorithm to improve the legibility of inscriptions and images. Challenges encountered when modeling objects with damaged surfaces are discussed, along with proposed solutions to enhance visualization quality. The study's results demonstrate new possibilities for creating highly detailed models for scholarly work with museum artifacts.

Keywords: tesserae, digital documentation, 3D modeling, photogrammetry, MSII, modeling of small inscribed objects.

В Государственном музее изобразительных искусств имени А.С. Пушкина была проведена съемка девяти предметов из музейной коллекции, представляющих археологические артефакты – тессеры. Целью этой съемки являлось создание их трёхмерных копий для последующего анализа поверхности и

извлечения визуальных данных для целого ряда задач. Работы осуществлялись в рамках проекта, который был направлен на расширение исследовательских возможностей при помощи современных методов цифрового документирования и анализа геометрии поверхности моделей. Полученные в резуль-

¹ Публикация подготовлена в ходе проведения исследования (НУГ № 24-00-026 «Семитская эпиграфика в цифровую эпоху») в рамках программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)»

² The publication was prepared during study (Scientific and educational group No. 24-00-026 "Semitic Epigraphy in the Digital Age") as a part of the Scientific Foundation of the National Research University – Higher School of Economics (HSE University) program

тате визуальные данные предполагалось использовать не только для исследования, но и для более наглядной публикации его результатов. Настоящее исследование впервые применяет фотограмметрию для анализа пальмирских тессер, что позволяет получить более точные данные об их рельефе и особенностях производства, а также способствует введению их в научный оборот посредством создания более верифицируемых изображений, нежели прорисовки.

Краткая история изучения пальмирских тессер

Пальмирские тессеры представляют собой штампованные изделия мелкой пластики, преимущественно из глины (изредка из металлов, камня и стекла), на которые нанесены изображения и (или) надписи, главным образом арамейским пальмирским письмом, в редких случаях – древнегреческим письмом. Размер этих изделий чаще всего не превышает 20 мм (сторона или диаметр), хотя встречаются экземпляры и до 30 мм. Это плоские объекты, имеют аверс и реверс, подобно монетам. Тессеры из Пальмиры могут иметь форму круга, овала, прямоугольника, квадрата, трапеции, многоугольника и пр. Хотя часть пальмирских тессер поступает от частных владельцев и торговцев, значительное их количество было получено благодаря раскопкам на территории древнего города Пальмира. Исследователи отмечают, что тессеры обнаруживаются по всей территории города, но находки кластеризуются вокруг главных храмов, таких как храмы Бела и Арцу (Kubiak-Schneider, 2023, p. 95). Принято считать, что тессеры в Пальмире использовались как «билеты» на культовые трапезы, называемые в пальмирских надписях *mrzḥ* (Cussini, 2022, p. 84–87). На тессерах изображали богов с их атрибутами, жрецов, различные культовые предметы (алтари, курильницы, чаши и половники для ритуального пира). Эпиграфика на этих артефактах очень разнообразна. Помимо личных имен и имен богов, тексты включают упоминания руководителей ритуального пира или пиршественного сообщества, меры выдаваемого вина и масла, наименования жертвенных животных, пожелания благословения. Лишь редкие выпуски тессер имеют внутреннюю датировку. Как правило, корпус целиком датируют I–III вв. н. э., хотя встречаются и более узкие датировки, II–III вв. н. э. (Kubiak-

Schneider, 2023, p. 94). В целом пальмирские тессеры представляют важнейший источник для изучения религии древней Пальмиры, ее социальных институтов, просопографии и других аспектов истории древнего города.

Тессеры из Пальмиры известны науке с 1858 года, когда первые их образцы были опубликованы бельгийским нумизматом и эпиграфистом Жаном де Витте (1809–1889). Благодаря последующим публикациям стали известны сотни подобных артефактов, они появились в коллекциях ведущих музеев Европы. Пальмирские тессеры имеются и в музейных собраниях России. Экземпляры тессер, хранящиеся в Государственном Эрмитаже, были частично опубликованы А.Я. Борисовым (1937, 1939). Тессеры из ГМИИ им. А.С. Пушкина еще не введены в научный оборот. В 1955 г. во Франции был выпущен сводный каталог пальмирских тессер, являющийся до сих пор стандартным справочником по этим артефактам (Ingholt et al., 1955; далее – RTP). В него включены 1132 единицы, из которых 613 имеют надписи; каждая позиция в каталоге изучена с точки зрения как иконографии, так и эпиграфики, в тех случаях, когда присутствует надпись. Важнейшими последующими обобщающими работами стала монография (du Mesnil du Buisson, 1962), в основном посвященная изображениям на тессерах, и каталог пальмирских надписей (Hillers, Cussini, 1996).

Сейчас известно уже около 2 тыс. выпусков тессер (Kubiak-Schneider, 2023, p. 94), но новый сводный каталог лишь готовится к печати (Bobou et al., in preparation). В целом корпус пальмирских тессер изучен явно недостаточно. Этот вывод легко сделать при знакомстве с основными публикациями: изображения некоторых тессер вообще не были доступны составителям стандартного каталога, хотя их описания даны в каталоге (например, RTP 815); ряд экземпляров, обсуждаемых в каталоге, поврежден с утратой большей части знаков надписи (например, RTP 781) или всей надписи; в силу краткости и уникальности некоторых надписей их прочтение и интерпретация затруднены; многие изображения на тессерах до сих пор не получили убедительной интерпретации. Кроме того, пальмирское арамейское письмо на тессерах, обладающее рядом важных особенностей, совсем не изучено. Тем самым значимость современных мето-

дов документирования трудно переоценить в изучении данного вида объектов.

Коллекция тессер в ГМИИ им. А.С. Пушкина включает девять предметов, четыре из них имеют надписи пальмирским арамейским письмом (I.2.в 262, 264, 267, 270)¹. Восемь тессер были идентифицированы по каталогу RTP, они репрезентируют уже известные выпуски. Одна тессера (I.2.в 269) ранее не была известна исследователям, она была документирована и изучена впервые. Важно, что объект I.2.в 262 представляет собой более сохранный экземпляр выпуска RTP 781, чем тот, который был доступен создателям каталога. Это открывает новые возможности для прочтения надписи, из которой в каталоге были идентифицированы лишь два знака. Таким образом, обращение к современным цифровым методам документирования музейных предметов является необходимым для верифицированной публикации и создания инструментов для прочтения надписей.

Документирование

Фотограмметрия стала одним из наиболее востребованных методов создания трёхмерных моделей и широко используется в археологии и смежных дисциплинах. Однако, несмотря на рост интереса к ней, до сих пор не сложилось общепринятых стандартизированных методик и протоколов проведения фотограмметрических работ. Это приводит к разнообразию и разнородности не только подходов к документированию, но и к визуализации полученных данных, что, с одной стороны, предоставляет пространство для «творчества», способствующего появлению и развитию новых методик, но с другой – затрудняет воспроизводимость результатов, создает множественность вариаций визуализаций и снижает возможность технической «проверки» данных.

Каждый объект съемки требует индивидуального подхода в зависимости от своих характеристик. Тессеры, представленные в данном исследовании, имеют малые размеры (до 2 см), неглубокие штампы и следы износа. Эти особенности создают дополнительные сложности при съемке, обработке и анализе полученных моделей. Трёхмерное моделирование таких объектов предполагает особое внимание к точности передачи особенностей геометрии поверхностей, включающих штампы, надписи и следы эксплуатации.

Количество исследований, посвящённых трёхмерному моделированию небольших объектов с надписями, остаётся ограниченным. Это может быть связано с недостаточной разработкой методик или низкой публикационной активностью специалистов в данной области. Среди существующих исследований можно выделить три основных общих направления: описание специфики процесса документирования (Parrott et al., 2023), сравнительный анализ фотограмметрии и лазерного сканирования (Lastilla et al., 2019) и внедрение новых технологий в процесс моделирования (Gallo et al., 2014).

Наиболее близкой по обрабатываемому материалу для данного исследования является работа Parrott et al., 2023. Исследователи осуществляли трёхмерную съёмку пяти тессер из Пальмиры, хранящихся в Новой глиптотеке Карлсберга (Копенгаген). Для съёмки использовался сканер AutoScan-DS-MIX производства Shining 3D. Результатом их работы было пять цифровых образов сканированных предметов, лишенных текстуры, что ограничивало возможности дальнейшего анализа. Никаких дополнительных манипуляций, позволяющих поработать с поверхностью или получить текстуру предметов, осуществлено не было. Более детальная проработка поверхности и обработка текстур на основе фотограмметрии были продемонстрированы в работе лаборатории RSSDA (Свойский и др., 2023) во время обработки клейм. В качестве оборудования использовались фотокамера с макрообъективом и двухкоординатные макрорельсы для стабилизации и соблюдения равномерного положения камеры. В качестве постобработочной процедуры применялся алгоритм MSII (Multi-Scale Integral Invariant, о нем ниже) для улучшения читаемости клейма. Также ряд методик с предметами небольших размеров с надписями был представлен в докладе на конференции «Археология и геоинформатика» (Бодрова М.Г. и др., 2023). Особенности цилиндрических, биконических и бочкообразных форм предметов требовали специфической обработки – их разворачиванию и улучшению читаемости эпиграфических данных.

Документация пальмирских тессер из коллекции ГМИИ им. А.С. Пушкина потребовала поиска новых решений для повышения репрезентативных свойств трёхмерных моде-



Рис. 1. Растровые изображения тессеры без надписи, с текстурой и без текстуры
Fig. 1. Raster images of tessera without inscription, with texture and without texture

лей и обеспечения возможности научного анализа.

Оборудование и методика съёмки

Для фотограмметрической съёмки использовалась камера Sony A7RIV (полнокадровая 35-миллиметровая матрица и разрешение 61,0 МП) с макрообъективом Sony FE 90mm f/2.8 Macro G OSS. Освещение было организовано при помощи кольцевого светодиодного осветителя для макросъёмки Godox, прикрепленного к камере и направленного перпендикулярно к объекту съёмки. Камера была установлена на штатив. На первом этапе съёмки использовались моторизированные макро-рельсы, на втором этапе – поворотная платформа, о чем будет сказано ниже.

Настройки. Перед съёмочным процессом производились настройки оборудования. Во-первых, это подбор настроек камеры. Они варьировались в пределах: диафрагма (f/8–f/11), выдержки (1/80–1/100), ISO (200–250). Указание пороговых значений обусловлено тем, что в силу невозможности точного воспроизведения естественного или искусственного освещения оператор, намеревающийся повторить подобную съёмку, будет вынужден устанавливать собственные настройки исходя из имеющихся окружающих условий. Настройки немного изменялись и в процессе съёмки при переходе от первого ко второму этапу (о чем будет сказано ниже) для поддержания консистентности между кадрами, чтобы обеспечить стабильное освещение и мини-

мизировать ошибки из-за изменений экспозиции. Во-вторых, для корректировки и калибровки света перед съёмкой делалось фото с калибровочной мишенью. Поскольку съёмка состояла из двух серий, то мишень снималась дважды. В-третьих, для калибровки камеры в начале снималась линейка с нанесенными на нее маркерами. Для этого было сделано 15–20 фотографий под разными углами для дальнейшего автоматического расчёта параметров камеры, таких как фокусное расстояние, искажения объектива и т. д., и для осуществления калибровки камеры, которая минимизирует ошибки проекции и улучшает точность трехмерного объекта.

Процесс съёмки. Как сказано выше, особенностями объектов являются небольшие размеры, неглубокие штампы и изношенные поверхности. Соответственно, это обуславливало использование макрообъектива для съёмки с минимального расстояния (0,28 м). Близкое расстояние дает возможность увеличить детальность мелких компонентов предмета. Обратной стороной использования данного объектива является малая глубина резкости и, как следствие, только малая часть кадров оказывается функциональной, что осложняет сопоставление изображений фотограмметрическим алгоритмом при изготовлении трехмерной модели (использовался Reality Capture). Это серьезная проблема при съёмке с малых расстояний, которая на данном этапе решалась поиском баланса между близостью

камеры к объекту с целью увеличения детальности и сохранением достаточной для захвата всей поверхности глубины резкости. Дополнительную сложность поиска этого баланса создает плоскостная морфология объекта: при его вращении на поворотном столике требуемая глубина резкости увеличивается и уменьшается, что важно учитывать при выставлении камеры. Исходя из вышеназванных проблем и характеристик предметов была разработана техника съемки. Она состояла из двух этапов.

Первый этап. Вначале осуществлялась съёмка двух плоских сторон тессеры, на каждой из которой находились надписи или изображения. Расстояние между положениями камеры и предмета было фиксированным для обеих сторон. Равномерность съемки осуществлялась за счет использования моторизированных макрорельсов, которые позволяли камере двигаться строго в одной плоскости на одинаковое расстояние (1 см). Удаленный запуск камеры минимизировал риск снижения качества фотографий за счет колебания камеры при фотографировании. Съемка осуществлялась с минимального расстояния от предмета до объектива. Глубина резко изображаемого пространства контролировалась эмпирическим способом при выполнении тестовых кадров. Таким образом, закрытая диафрагма ($f/8$ – $f/11$), использование штатива и контролируемое освещение позволили добиться резкости на всей площади снимаемого объекта, избежав потери в детализации. В сумме на каждую плоскость при такой съемке потребовалось около 30–40 фотографий.

Вторая часть съемки представляла из себя замкнутую схему, предполагающую фотографирование объекта со всех сторон круговыми сериями снимков, которые в результате образуют равномерную сферу вокруг предмета. Предмет при этом закреплен на поворотной платформе с помощью полимерной пластичной смеси, не оставляющей на музейном экспонате следов. Таким образом, он был снят в двух положениях с расстояния почти в два раза большего, чем при съемке плоскостей, поскольку требовалось максимально расширить область с достаточной для моделирования глубиной резкости, в противном случае алгоритм не смог бы соединить две плоскости. Изменение расстояния впоследствии не

создало каких-либо серьезных проблем при обработке, возможно, повлиял малый размер объекта. На эту часть съемки ушло около 250 фотографий.

Таким образом, тщательная плоскостная съемка каждой стороны тессеры позволила нам увеличить детальность поверхности, где находились самые значимые части тессеры с изображениями и надписями. Съемка же на поворотной платформе позволила создать целостную картину поверхности, на которую алгоритмом были посажены снятые с меньшего расстояния плоскости. Длительность съемки зависит от опыта оператора, поэтому данные относительны: на съемку девяти тессер ушел целиком один рабочий день. Результатом работы стало в общей сложности 310 ± 10 сырых фотографий на предмет.

Обработка и анализ данных

Первым этапом является предварительная обработка сырых фотографий для выравнивания цвета с помощью RAW-конвертера. В данном случае использовался Capture One, однако существует линейка аналогичных программ (DxO PhotoLab, RawTherapee, On1 Photo RAW, Adobe Lightroom). Предварительная обработка решает несколько задач:

- 1) позволяет максимально сохранить детали и качество изображения;
- 2) улучшает динамический диапазон снимков, вытягивая компоненты из теней и пересвета;
- 3) увеличивает детализацию без появления артефактов и уменьшает шумы;
- 4) производит цветокоррекцию (для чего в начале съемки делался кадр с калибровочной цветовой мишенью);
- 5) устраняет хроматическую aberrацию и геометрические искажения, что существенно для трехмерного моделирования.

Далее обработанные фотографии в формате JPEG загружались в Reality Capture. Калибровка камеры рассчитывалась непосредственно в программе при помощи маркеров, снятых в начале фотографирования. Выравнивание фотографий осуществлялось на следующих настройках. **Feature sensitivity (чувствительность к деталям)** – high; **Max Features per Image** (максимальное количество точек на фото) – 180000. Построение геометрии выполнялось в режиме High Detail для максимальной точности трехмерного объекта, при этом ограничение на плотность сетки отсут-



Рис. 2. Варианты применения MSII к трехмерной модели тессеры без надписи

Fig. 2. Variants of applying MSII to a three-dimensional model of a blank tessera

ствовало и уменьшение количества полигонов не производилось. Далее производился экспорт моделей в формате ply без текстуры.

В программе Geomagic Wrap совершалось улучшение геометрии модели: оптимизация сетки (устранение шумов, неровностей и других дефектов модели) и заполнение пробелов. Таким образом, модель улучшалась в качестве. Более чистая топология снижает артефакты при наложении текстур.

Далее осуществлялось текстурирование в программе Reality Capture. Текстурирование в противовес колорированию было выбрано по причине того, что для данных моделей были принципиально важны мелкие цветовые детали, отражающие реальную поверхность объекта. Создание текстурной карты справляется с этим лучше, чем простое усреднение цвета точек модели при колорировании. Во время процесса текстурирования отключались фотографии, которые могли повредить текстуре, и выставлялось максимальное разрешение текстуры.

В результате получилось девять трехмерных моделей, которые состояли из 8,9–32,7 миллионов полигонов, с большей детализацией на двух плоскостях предметов с рельефом (рис. 1; 3). Валидация трехмерных моделей осуществлена посредством сравнения с оригиналами: текстура – эмпирическим путем, размер – путем измерения оригинальных и трехмерных объектов.

Для повышения читаемости надписей и изображений использовались два основных метода: манипуляции с освещением и алгоритм MSII. Манипуляции со светом подразумевают

под собой выставление угла освещенности модели в Geomagic, что позволяет заменять методы эпиграфического чтения с использованием направленного света. Манипуляции с освещением модели в программе непосредственно исследователем может значительно повысить эффективность решения исследовательских задач, связанных с чтением надписи и интерпретацией изображений.

Другим методом постобработки моделей является алгоритм MSII (Multi-Scale Integral Invariant), который был предложен разработчиками Gigamesh (Mara, 2012) и уже применяем к различным видам трехмерных объектов (Зайцев и др., 2023; Свойский и др., 2023). Алгоритм MSII работает на основе анализа геометрической кривизны поверхности трехмерной модели. Каждый узел (вершина) сетки представляется как центр сферы, радиус которой варьируется на разных масштабах. Для каждой вершины создается вектор нормали, описывающий локальные геометрические особенности её поверхности. В отличие от методов, таких как матрица высот, где кривизна рассчитывается относительно заранее заданной плоскости, MSII использует сравнительный подход, вычисляя кривизну точек относительно их ближайших соседей. Этот многоуровневый анализ позволяет точнее выявить мелкие рельефные детали, в том числе следы надписей на поверхностях, так как он адаптируется к локальной геометрии объекта. Визуализация кривизны производится с помощью цветовой шкалы, что даёт возможность быстро идентифицировать значимые изменения в рельефе.



Рис. 3. Растровые изображения тессеры с надписью, с текстурой и без текстуры
 Fig. 3. Raster images of tessera with inscription, with texture and without texture



Рис. 4. Варианты применения MSII к трехмерной модели тессеры с надписью
 Fig. 4. Options for applying MSII to a three-dimensional model of a tessera with an inscription

Преимуществами использования к таким объектам как тессеры алгоритма MSII перед созданием различных карты высот и нормалей являются: высокая точность, учет разных масштабов и хорошая передача деталей. Они достигаются за счет использования многомасштабного анализа при итеративном уточнении геометрии, а также использовании 3D-формы для анализа (в противовес 2.5D представлениям карт), что делает возможным передачу скрытых и нависающих частей. Таким образом, MSII предоставляет более гибкий и точный инструмент для анализа сложных поверхностей, особенно в случае артефактов с мелкими надписями или износами (рис. 3; 4).

В результате в рамках исследования были выполнены фотограмметрические работы по созданию трёхмерных моделей девяти археологических артефактов – тессер из коллекции Государственного музея изобразительных искусств им. А.С. Пушкина. Использование макросъёмки и специализированных алгоритмов обработки, таких как MSII, позволило достичь высокой степени детализации поверхности моделей, что открывает новые возможности для научного анализа и получения визуальных данных. Основная задача состояла в документировании артефактов с изношенной поверхностью и неглубокими штампами, что было успешно реализовано благодаря разработанным методикам съёмки

и обработки. Тем не менее в исследовании выявлено несколько трудностей, связанных с несовершенством существующих протоколов фотограмметрической съёмки, что подчёркивает необходимость дальнейшего стандартизированного развития методологии.

Примечание:

¹ Более подробно о коллекции пальмирских тессер в ГМИИ им. А.С. Пушкина см. (Колганова, Лявданский, в печати).

Благодарности:

Авторы выражают благодарность Ю.М. Свойскому, Е.В. Романенко за всяческую помощь и поддержку в подготовке материалов.

ЛИТЕРАТУРА

Бодрова М.Г., Свойский Ю.М., Романенко Е.В. Метод применения трехмерных моделей при иллюстрировании публикаций надписей на цилиндрических, бочкообразных и биконических предметах небольших размеров из камня и дерева // Археология и геоинформатика: Шестая международная конференция. Тезисы докладов / Отв. ред. Д.С. Коробов. М.: ИА РАН, 2023. С. 18–19.

Борисов А.Я. Пальмирские тессеры института Истории АН СССР // Вспомогательные исторические дисциплины. М.; Л.: АН СССР, 1937. С. 415–418.

Борисов А.Я. Эпиграфические заметки. Пальмирские тессеры Эрмитажа // Труды Отдела Востока Государственного Эрмитажа. Т. 1. Л.: ГЭ, 1939. С. 221–227.

Зайцев А.В., Романенко Е.В., Свойский Ю.М. О применении алгоритма мультимасштабного интегрального инварианта в эпиграфике дерева // Археология и геоинформатика: Шестая международная конференция. Тезисы докладов / Отв. ред. Д.С. Коробов. М.: ИА РАН, 2023. С. 18–19.

Колганова Г.Ю., Лявданский А.К. Пальмирские тессеры из коллекции ГМИИ им. А.С. Пушкина // Восток. Афро-азиатские общества: история и современность. 2025. №2. В печати.

Свойский Ю.М., Ольховский С.В., Романенко Е.В., Зайцев А.В. О методике массового бесконтактного документирования амфорных клейм // КСИА. 2023. № 270. С. 370–383.

Bobou, O., Kubiak-Schneider, A., Raja, R. & Yon, J.-B. An updated corpus of Palmyrene Banqueting Tesseræ. Turnhout, in preparation.

Cussini E. Tadmorrena. Documenti per lo studio della cultura I dell'aramaico di Palmira. Torino, 2022.

Gallo A., Muzzupappa M., Bruno F. 3D reconstruction of small sized objects from a sequence of multi-focused images // Journal of Cultural Heritage, 2014. 15(2), 173–182.

Hillers D.R., Cussini E. Palmyrene Aramaic Texts. Baltimore–London, 1996.

Ingholt H., Seyrig H., Starcky, J., Caquot, A. Recueil des tessères de Palmyre (RTP), Paris, 1955.

Kubiak-Schneider A. Revision of the role of tesseræ and their connection to banquets in Palmyrene temples // Anthropologica et Præhistorica, 2023, 132, 93–98.

Lastilla L., Ravanelli R., Ferrara S. 3D high-quality modeling of small and complex archaeological inscribed objects: Relevant issues and proposed methodology // International Society for Photogrammetry, Remote Sensing nad Spatial Information Sciences, XLII-2/W11, , 2019 699–706.

Mara H. Multi-Scale Integral Invariants for Robust Character Extraction from Irregular Polygon Mesh Data: PhD thesis. Heidelberg, 2012. 210 p.

du Mesnil du Buisson R. Les tesseres et Les monnaies de Palmyre, Inventaire des collections du Cabinet des Medailles de la Bibliotheque Nationale, 2 vols. Paris, 1962.

Parrott D., Raja R., Steding J. Preserving Endangered Cultural Heritage Through 3D Scanning: The Case of the Banqueting Tokens from Palmyra, Syria // Journal of Open Archaeology Data, 2023. 11(13), 1–8.

Информация об авторах:

Бодрова Мария Геннадьевна, стажер-исследователь Институт классического Востока и античности Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия); младший научный сотрудник, Институт истории материальной культуры РАН (г. Санкт-Петербург, Россия); mgbodrova@hse.ru.

Лявданский Алексей Кимович, старший преподаватель, Институт классического Востока и античности Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (г. Москва, Россия); alyavdansky@hse.ru.

REFERENCES

- Bodrova, M. G., Svoisky, Yu. M., Romanenko, E. V. 2023. In Korobov, D. S. (ed.). *Arkheologiya i geoinformatika. Shestaya mezhdunarodnaya konferentsiya (Archaeology And Geoinformatics Sixth International Conference)*. Moscow: Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, 18–19 (in Russian).
- Borisov, A. Ya. 1937. In *Vspomogatel'nye istoricheskie distsipliny (Auxiliary Historical Disciplines)*. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 415–418 (in Russian).
- Borisov, A. Ya. 1939. In *Trudy Otdela Vostoka Gosudarstvennogo Ermitazha (Proceedings of the Oriental Department of the State Hermitage)* 1. Leningrad: State Hermitage, 221–227 (in Russian).
- Zaitsev, A. V., Romanenko, E. V., Svoisky, Yu. M. 2023. In Korobov, D. S. (ed.). *Arkheologiya i geoinformatika. Shestaya mezhdunarodnaya konferentsiya (Archaeology And Geoinformatics Sixth International Conference)*. Moscow: Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, 18–19 (in Russian).
- Kolganova, G. Yu., Lyavdansky, A. K. 2025. In *Vostok (Oriens)* 2 (in print).
- Svoiskiy, Yu. M., Olkhovsky, S. V., Romanenko, E. V., Zaitsev, A. V. 2023. In *Kratkie soobshcheniia Instituta arkheologii (Brief Communications of the Institute of Archaeology)* 270, 370–383 (in Russian).
- Bobou, O., Kubiak-Schneider, A., Raja, R. & Yon, J.-B. *An updated corpus of Palmyrene Banqueting Tesserae*. Turnhout (in preparation).
- Cussini, E. 2022. Tadmora. *Documenti per lo studio della cultura I dell'aramaico di Palmira*. Torino.
- Gallo, A., Muzzupappa, M., Bruno, F. 2014. In *Journal of Cultural Heritage*. 15(2), 173–182 (in English).
- Hillers, D. R., Cussini, E. 1996. *Palmyrene Aramaic Texts*. Baltimore–London.
- Ingholt, H., Seyrig, H., Starcky, J., Caquot, A. 1955. *Recueil des tessères de Palmyre (RTP)*, Paris.
- Kubiak-Schneider, A. 2023. In *Anthropologica et Præhistorica* (132), 93–98 (in English).
- Lastilla, L., Ravanelli, R., Ferrara, S. 2019. In *International Society for Photogrammetry, Remote Sensing nad Spatial Information Sciences (XLII-2/W11)*, 699–706.
- Mara, H. 2012. *Multi-Scale Integral Invariants for Robust Character Extraction from Irregular Polygon Mesh Data. PhD thesis*. Heidelberg.
1962. *du Mesnil du Buisson R.* Les tesseres et Les monnaies de Palmyre, Inventaire des collections du Cabinet des Medailles de la Bibliotheque Nationale, 2 vols. Paris.
- Parrott, D., Raja, R., Steding, J. 2023. In *Journal of Open Archaeology Data*. 11 (13), 1–8 (in English).

About the Authors:

Bodrova Maria G., HSE University (Moscow, Russian Federation), the Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russia); mgbodrova@hse.ru.

Lyavdansky Alexey K., HSE University (Moscow, Russian Federation); alyavdansky@hse.ru.



Статья поступила в журнал 01.02.2025 г.
Статья принята к публикации 01.04.2025 г.