DOI: 10.17746/2658-6193.2019.25.714-719
УДК 39+004

А.Ю. Майничева[1, 2], Е.А. Груздева[2], Е.Ю. Орлова[3], А.В. Радзюкевич[4]

[1]Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия
[2]Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств
Новосибирск, Россия
[3]Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)
Москва, Россия
[4]Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
Новосибирск, Россия
E-mail: annmaini@gmail.com

Выбор методики фиксации этнографического объекта с использованием информационных технологий

Статья посвящена проблеме выявления достоинств и недостатков использования лазерного сканирования и фотограмметрии в этнографических исследованиях. Методики с применением лазерного сканирования и фотограмметрии подразумевают получение сведений об объекте (и последующую обработку данных), с помощью лазерного сканера и фотоаппарата, для их дальнейшего формирования в виде 3D-модели или комплекта чертежей. Несмотря на то что обе методики связаны с цифровым описанием объекта в виде «облака точек», у каждой из них есть свои особенности, что ставит проблему выбора какой-либо из них. Сравнение выполнено на материалах полевых работ, проведенных летом 2019 г. на территории Историко-архитектурного музея под открытым небом ИАЭТ СО РАН. Впервые разработаны методики, адаптированные к этнографическим объектам. Для более быстрого обследования объекта, мониторинга и оценки состояния фасадов, формирования отчетности, создания чертежей фасадов, визуальной демонстрации объекта достаточно использования фотограмметрии, поскольку она более доступна по стоимости и проще в техническом отношении. К недостаткам метода можно отнести серьезную зависимость от погодных условий. Метод лазерного сканирования в меньшей степени зависит от погодных условий. Оба метода ограничены такими природными условиями, как искажение форм объекта снежным покровом или листвой деревьев. Лазерное сканирование более удобно для создания чертежей обмеров и 3D-моделей. Проведенное исследование показало, что для получения более полной и достоверной информации об объекте целесообразно применять оба метода в комплексе.

Ключевые слова: *этнография, методика, лазерное сканирование, фотограмметрия, «облако точек».*

Anna Y. Mainicheva[1, 2], Evgenia A. Gruzdeva[2], Elena Y. Orlova[3], Andrew V. Radzyukevich[4]

[1]Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS,
Novosibirsk, Russia
[2]Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts,
Novosibirsk, Russia
[3]Russian State University named after A.N. Kosygin
(Technologies. Design. Art),
Moscow, Russia
[4]Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk, Russia
E-mail: annmaini@gmail.com

Choice of Methodology for Recording Ethnographic Structures Using Information Technologies

The article discusses advantages and disadvantages of using laser scanning and photogrammetry in ethnographic studies. These techniques make it possible to receive information about the structure and process the data obtained with the help of laser scanner and camera for subsequent representation of the data in the form of a 3D model or set of drawings. Even though both methods deal with digital description of the structure in the form of a point cloud, each of them has its own features, which poses the problem of choosing between them. The comparison is based on the materials of field work carried out in the summer of 2019 in the Historical and Architectural Museum of the IAET SB RAS. Techniques adapted to ethnographic structures have been elaborated for the first time. Photogrammetry is sufficient for faster inspection of the structure, monitoring and evaluating the condition of the facades, reporting, creating drawings of the facades and visual demonstration of the object, since it is more affordable and technically simpler. The disadvantages of that method involve serious dependence on weather conditions making laser scanning preferable. Both methods are limited by such natural conditions as distortion of structure's shapes with snow cover or tree foliage. Laser scanning is more convenient for creating drawings of measurements and 3D models. The study has shown that it is advisable to combine both methods for obtaining more complete and reliable information on the structure.

Keywords: *ethnography, technique, laser scanning, photogrammetry, "point cloud".*

Сбор этнографических данных включает в себя фиксацию объектов, с помощью графических методов. Помимо ставших традиционными в архитектурных и археологических исследованиях зарисовок и фотографий можно предложить использование возможностей современных информационных технологий для исследования этнографических объектов, под которыми понимаются материальные объекты, подвергнутые этнографическому исследованию, например, здания, сооружения, стелы, мебель, утварь, орудия труда, приспособления и пр.

Летом 2019 г. были проведены полевые исследования по применению различных методик сбора информации этнографических объектах, включающих здания и сооружения, стелы и пр., расположенные на территории Историко-архитектурного музея ИАЭТ СО РАН. На основе полученных данных в статье рассматривается проблема выбора методики фиксации с помощью лазерного сканирования и фотограмметрии. Некоторые вопросы способов сбора и обработки сведений для зданий и сооружений с помощью этих методов освещались ранее в литературе (напр.: [Вафина и др., 2018; Оленников, Попов, 2010; Середович, Алтынцев, 2013; Радзюкевич и др., 2012; Шеина, Упенников, 2015], однако методики пока находятся в стадии разработки и слабо апробированы. Методики с использованием лазерного сканирования и фотограмметрии подразумевают получение сведений об объекте и последующую обработку данных, полученных лазерным сканером и фотоаппаратом, для дальнейшего формирования информации об объекте в виде 3D-модели или комплекта чертежей. Несмотря на то, что обе методики имеют дело с цифровым описанием объекта в виде «облака точек», у каждой из них есть свои особенности, что создает проблему выбора какой-либо из них. Впервые ставится вопрос о применении их в этнографических исследованиях.

Метод лазерного сканирования позволяет получить точное трехмерное изображение объекта в виде «облака точек», его геометрические параметры, привязанные к заданным геодезическим координатам. Из облака точек с помощью специального программного обеспечения можно получить любое количество горизонтальных и вертикальных сечений для выполнения по ним чертежей планов, разрезов, фасадов архитектурного объекта, топографических планов, двухмерных и трехмерных видов объемного объекта.

Лазерное сканирование удобно при проведении обмеров объектов. Оно не позволяет получить полную информацию об их особенностях, в частности о скрытых конструкциях и труднодоступных участках, но можно узнать точные геометрические параметры объектов за короткий промежуток времени без необходимости возводить дополнительные конструкции (леса), даже при значительных размерах объекта работы можно выполнять малочисленной группой операторов (1–3 чел.).

Важной особенностью съемки этнографических объектов является необходимость заранее определить ряд параметров: размещение сканера относительной нулевой отметки, которую можно поставить и на внешней части объекта, и внутри его, что важно для дальнейшей работы над чертежами; расположение и количество внутренних и наружных позиций сканирования объекта, которые зависят от целей сканирования, размеров и пространственной организации объекта, сложности плана, наличия или отсутствия загораживающих объектов (деревьев, стоящих рядом зданий и других конструкций, особенностей рельефа и т.д.) и элементов

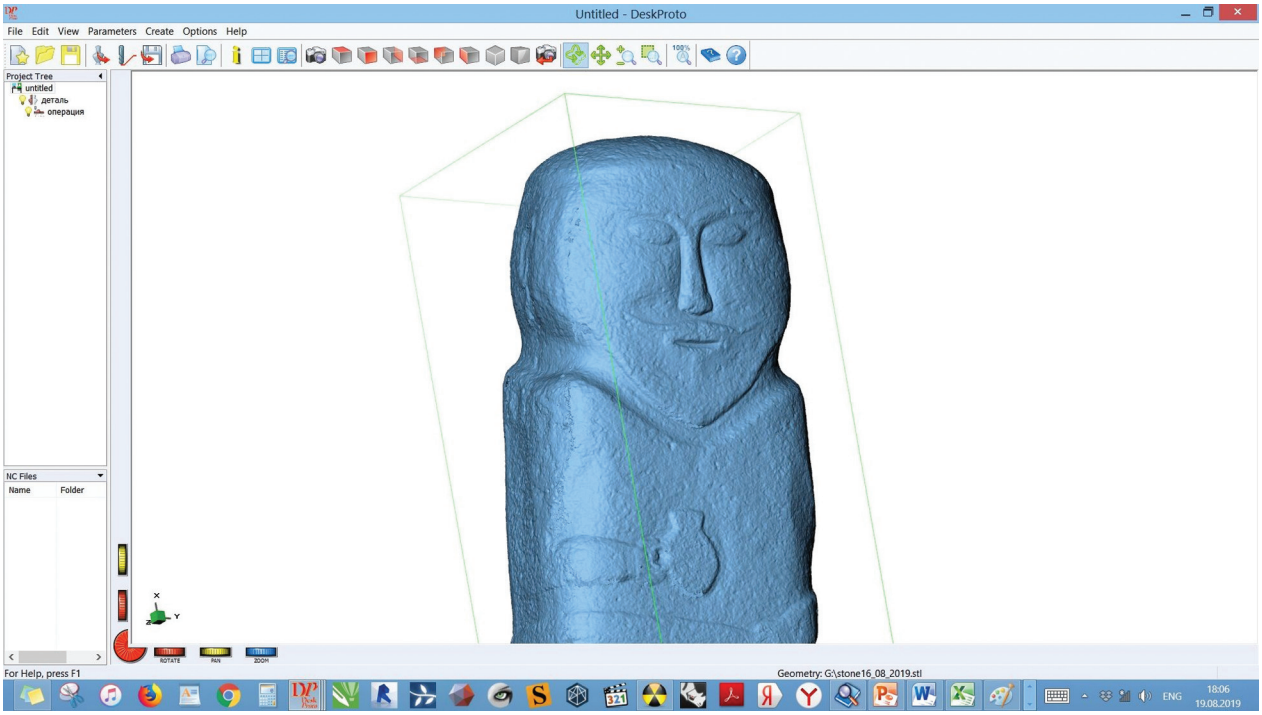

Рис. 1. Визуализация поверхности стелы на основе данных, полученных с использованием сканера RangeVizion.

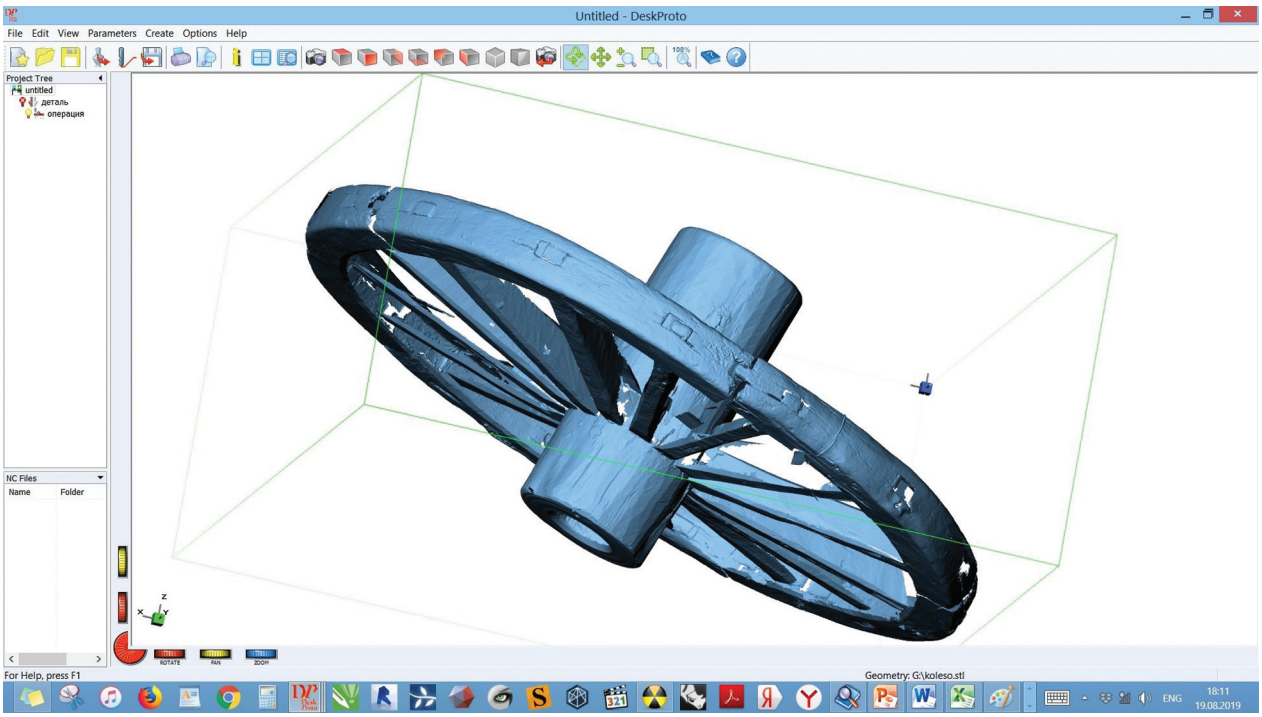

Рис. 2. Визуализация результатов сканирования этнографического объекта. Колесо.

конструкции самого сканируемого объекта (выступов, рельефов и т.д.). Количество позиций должно быть достаточным, чтобы при сканировании избежать появления «дыр» и «теней» в цифровом скане объекта – «облаке точек», поскольку работа лазерного сканера основывается на отражении лазерного луча от поверхности, определение позиций сканирования должно опираться на законы распространения света. Обычно это определяется на глаз и во многом зависит от опыта оператора съемки, но можно выполнить графический расчет, зная сектор съемки сканера, высоту объекта и примерные габариты объекта. Для съемки экстерьеров сканер устанавливается вокруг наружного периметра объ-

екта. Для съемки интерьеров сканер устанавливается в каждом отсеке или помещении объекта.

Существенное влияние оказывают природные условия, если исследование ведется под открытым небом. Поскольку важным условием является отсутствие загораживающих обзор сканера объектов, лучше всего вести съемку экстерьеров в весеннее или осеннее время (для региона Западной Сибири), в это время у деревьев отсутствует листва и еще нет снега.

Результат работы сканера может быть представлен в двух вариантах: в виде растрового изображения или массива точек («облака точек»). Растровое изображение представляет собой элементы вектора с такими компонентами, как измеренное расстояние, интенсивность отраженного сигнала и RGB-составляющая, характеризующая реальный цвет точки. Положение (строка и столбец) каждого элемента (пикселя) полученного растра отражает значения измеренных вертикального и горизонтального углов. Массив точек составляют лазерные отражения от объектов, находящихся в поле зрения сканера, с пятью характеристиками: пространственными координатами (X, Y, Z), интенсивностью и цветом. В дальнейшем результаты лазерного сканирования при помощи специализированного программного обеспечения (например, CloudCompare, ScanIMEGER, Cyklone) обрабатываются.

После подготовки данных сканирования и объединения информации по каждой позиции сканирования в единое «облако точек» обработка данных по виду получаемого на выходе объекта делится на два этапа. Первый этап: работа ведется непосредственно с «облаком точек» (делаются сечения и фрагменты объекта, выбирается цвет, плотность, размер точек, создаются сетки, оболочки и текстуры, структурные линии). Итоговый объект (например, оболочка) остается без редакции. Его можно использовать для снятия геометрических показателей, демонстрации, основы для создания чертежей и 3D-модели. Этот вид обработки «облака точек» можно использовать как самостоятельно (в случае, если не предполагается трансформация объекта), так и в качестве промежуточного этапа перед созданием чертежей или 3D-модели. Второй этап включает выполнение чертежей объекта на основе данных, полученных на предыдущем этапе, а также может быть выполнена 3D-модель, которую можно преобразовывать. Для обработки данных («облака точек»), полученных при помощи лазерного сканирования, требуется использовать программное обеспечение, позволяющее работать с облаком точек (поворачивать объект, создавать оболочки и т.п.): ScanIMAGER, CloudCompare, AutoCAD. Необходимое количество горизонтальных и вертикальных сечений, фрагментов объекта можно получить с помощью специализированного программного обеспечения ScanIMAGER (приложение ReCap, AutoCAD), затем осуществить импорт полученных сечений и фрагментов в чертежные программы (например, AutoCAD, Revit) и далее работать над созданием чертежей методом обводки, используя полученные фрагменты как подоснову. Уже существуют некоторые приложения, которые позволяют обвести нужный фрагмент автоматически, но данные функции имеют существенные недостатки и их использование ограниченно. В ряде случаев воспользоваться этой функцией не получается, поскольку программа просчитывает только наружный контур облака точек и вычислить внутренние контуры элементов (в частности внутренних контуров помещений или окон на фасаде) оказывается не способна.

Основное преимущество данной методики заключается в том, что при получении данных минимизируется человеческий фактор, поскольку процесс съемки объекта и первичной обработки полностью автоматизирован. Метод лазерного сканирования позволяет быстро и очень точно получить данные об исследуемом объекте. Созданная в итоге виртуальная модель объекта максимально идентичная по геометрическим параметрам, к ней можно обратиться в любой момент, она легко тиражируется и весьма наглядна.

Но при таком подходе есть определенные сложности в съемке объектов сверху. Зачастую выполнить, например, съемку крыши постройки в достаточно хорошем качестве бывает невозможно без использования квадрокоптера (беспилотного летательного аппарата), что также затруднено вследствие ограниченности грузоподъемности летательного аппарата и трудностей управления сканером. Возникают трудности при интерпретации данных («облака точек») без дополнительных источников информации (фотографий, зарисовок, чертежей). «Тени» или «дыры» в облаке точек, возникающие при сканировании объекта, также являются техническими недостатками лазерного сканера. Кроме того, оборудование, требуемое для съемки, имеет высокую стоимость и большие размеры.

Метод фотограмметрии в некоторых случаях может стать альтернативой сканированию. Для ее проведения достаточно цифровой фотокамеры и программного обеспечения (например, Agisoft PhotoScan). На основе серии цифровых снимков, сделанных при соблюдении специального алгоритма, программное обеспечение позволяет создать трехмерную модель объекта в виде облака точек, трехмерной сетки или цветной модели. Сама мето-

дика съемки проще, чем при трехмерном сканировании: съемка объекта производится со всех сторон под разными углами. Зоны фотографирования на каждом последующем снимке должны перекрываться не менее чем на 70 %. Затем в специализированных программах происходит сопоставление полученных фотографий, выявляются общие точки, измеряются расстояния и углы между ними. Далее с помощью специальных математических алгоритмов создается трехмерная поверхность и на нее накладывается текстура. На получаемой трехмерной модели по опорным точкам задается масштаб. Для съемки объекта методом фотограмметрии из оборудования достаточно фотоаппарата со штативом. При необходимости съемки вида сверху можно использовать дополнительные устройства, такие как квадрокоптер.

Последовательность получения данных методом фотограмметрии следующая: на объекте отмечаются маркерные точки, на основании которых можно будет задать масштаб объекта, производится выравнивание снимков в программе; выполняется серия снимков объекта в определенной последовательности и с соблюдением ряда требований и условий: делается ряд снимков вокруг объекта с таким шагом, чтобы кадры с каждой позиции перекрывали друг друга не менее 70 %, необходимо соблюдать горизонт и расстояние между фотоаппаратом и объектом для предотвращения искажений при построении фотограмметрических изображений; фотографии загружаются в специальную программу (Agisft, ReCap); на основе снимков создается «облако точек», далее рисуется сетка и накладывается текстура, при этом используются стандартные образцы и фотографии объекта. Алгоритм прост, а выполнение всех перечисленных действий производится автоматически путем поэтапного задания команд программе. Полученные изображения могут быть экспортированы в виде плоскостного изображения (например, фасада в виде пиксельного изображения), объемной модели (нередактируемой), «облака точек». Данный метод применяется для фиксации объектов и мониторинга их состояния в виде фронтальных видов экстерьеров.

Важным природным условием использования фотограмметрии является отсутствие яркого солнца. Съемку лучше всего вести в пасмурную погоду. При солнечной погоде получаются резкие светотеневые переходы и глухие тени, которые программа «превращает» в «дыры».

Метод отличает доступность оборудования для съемки объекта (можно обойтись фотоаппаратом), при этом есть возможность съемки как с земли, так и с воздуха при использовании беспилотных летательных аппаратов. Метод прост в получении 2D- или 3D-изображения объекта. Опыт исследования объектов показал, что данный метод дает большую вероятность погрешностей и искажений изображений, но при использовании квадракоптера есть возможность избежать искажений, если автоматически задать уровень и траекторию съемки, дистанцию между кадрами, тем самым снизив человеческий фактор при фотографировании. Редактирование полученного в итоге объекта требует дополнительного программного обеспечения и знания нескольких визуализаторских программ.

Использование обеих методик для исследования объектов дало возможность сравнить полученные результаты и выявить их достоинства и недостатки. Лазерное сканирование дает более точные геометрические характеристики, а фотограмметрия более наглядно передает внешние визуальные характеристики. Выбор методики фиксации объекта во многом зависит от задач исследования. Для более быстрого обследования объекта, мониторинга и оценки состояния фасадов, формирования отчетности, создания чертежей фасадов, визуальной демонстрации объекта достаточно использования фотограмметрии, поскольку она более доступна по стоимости и проще в техническом отношении. К недостаткам метода можно отнести зависимость от погодных условий: для получения хорошего результата требуется вести работы в пасмурную погоду. Метод лазерного сканирования в меньшей степени зависит от погодных условий. Снежный покров или листва деревьев ограничивают оба метода, поскольку происходит искажение форм объекта. Лазерное сканирование более удобно для создания чертежей обмеров и 3D-моделей. Проведенное исследование показало, что для получения более полной и достоверной информации об объекте целесообразно применять оба метода в комплексе.

Благодарности

Авторы благодарят РФФИ за предоставленное финансирование работ в рамках гранта РФФИ № 18-09-00469А «Новые методы в этнографии в информационную эпоху: оценка итогов и перспектив использования для исследования материальной культуры».

Список литературы

Вафина Г.Х., Овечкина Л.В., Садриев Н.Р., Старков А.С. О некоторых подходах к построению трехмерных моделей сооружения // Поволжская археология. – 2018. – № 4 (26). – С. 193–202. – DOI: 10.24852/2018.4.26.193.202.

Оленников В.Д., Попов Д.С. Автоматизация диагностики технического состояния культовых памятников

архитектуры // Акад. вестн. УралНИИпроект РААСН. – 2010. – № 4. – С. 103–105.

Радзюкевич А.В., Чернова М.А., Середович В.А., Иванов А.В., Мифтахудинова О.Р. Методика лазерного сканирования и пропорционального анализа форм памятника архитектуры (на примере храма Александра Невского в Новосибирске) // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-lazernogo-skanirovaniya-i-proportsionalnogo-analiza-form-pamyatnika-arhitektury-na-primere-hrama-aleksandra-nevskogo-v (дата обращения: 19.10.2019).

Середович В.А., Алтынцев М.А. Применение данных мобильного лазерного сканирования для создания топографических планов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenenie-dannyh-mobilnogo-lazernogo-skanirovaniya-dlya-sozdaniya-topograficheskih-planov (дата обращения: 19.10.2019).

Шеина С.Г., Упенников Д.К. Современные технологии, приборы и оборудования для трехмерного моделирования памятников архитектурного наследия // Науковедение. – 2015. – Т. 7. – № 3. – URL: http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN315.pdf. DOI: 10.15862/103TVN315 (дата обращения: 19.10.2019).

References

Olennikov V.D., Popov D.S. Avtomatizaciya diagnostiki tekhnicheskogo sostoyaniya kul'tovyh pamyatnikov arhitektury. *Akademicheskij vestnik UralNIIproekt Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk*, 2010, No. 4, pp. 103–105 (in Russ.).

Radzyukevich A.V., Chernova M.A., Seredovich V.A., Ivanov A.V., Miftahudinova O.R. Metodika lazernogo skanirovaniya i proporcional'nogo analiza form pamyatnika arhitektury (na primere hrama Aleksandra Nevskogo v Novosibirske). *Interekspo Geo-Sibir', 2012*. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-lazernogo-skanirovaniya-i-proportsionalnogo-analiza-form-pamyatnika-arhitektury-na-primere-hrama-aleksandra-nevskogo-v (Accessed: 19.10.2019) (in Russ.).

Seredovich V.A., Altyncev M.A. Primenenie dannyh mobil'nogo lazernogo skanirovaniya dlya sozdaniya topograficheskih planov. *Interekspo Geo-Sibir', 2013*. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenenie-dannyh-mobilnogo-lazernogo-skanirovaniya-dlya-sozdaniya-topograficheskih-planov (Accessed: 19.10.2019) (in Russ.).

Sheina S.G., Upennikov D.K. Sovremennye tekhnologii, pribory i oborudovaniya dlya trekhmernogo modelirovaniya pamyatnikov arhitekturnogo naslediya. *Naukovedenie*, 2015, vol. 7, No. 3. URL: http://naukovedenie.ru/PDF/103TVN315.pdf. DOI: 10.15862/103TVN315. (Accessed: 19.10.2019) (in Russ.).

Vafina G.H., Ovechkina L.V., Sadriev N.R., Starkov A.S. O nekotoryh podhodah k postroeniyu trekhmernyh modelej sooruzheniya. *Povolzhskaya arheologiya*, 2018, No. 4 (26), pp. 193–202. DOI: 10.24852/2018.4.26.193.202. (Accessed: 19.10.2019) (in Russ.).

Майничева А.Ю. https://orcid.org/0000-0002-0784-4252
Груздева Е.А. https://orcid.org/0000-0003-4460-102X
Орлова Е.Ю. https://orcid.org/0000-0003-4188-0895
Радзюкевич А.В. https://orcid.org/0000-0001-8726-9886