

3D РЕВОЛЮЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ

УДК 902.4

«3D РЕВОЛЮЦИЯ» В АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ¹¹

Ольга Зайцева

Аннотация. В статье рассмотрены возможности применения современных «революционных» технологий 3D фиксации результатов археологических раскопок. Проведено сравнение двух альтернативных технологий – лазерного сканирования и наземной фотограмметрии. На их основе создаются реалистичные трехмерные модели исследуемых в ходе раскопок археологических объектов. Показано, что фотограмметрия более доступна в освоении и не требует, в отличие от сканирования, серьезных материальных вложений. Рассмотрено значение применения технологий 3D фиксации для археологической науки и образования. Анализ ситуации в российской науке свидетельствует о том, что сегодня можно говорить лишь о начальном этапе применения технологий 3D фиксации и визуализации результатов археологических раскопок отдельными научными центрами.

Ключевые слова: 3D сканирование, наземная фотограмметрия, фиксация результатов археологических раскопок

1. Введение

Общеизвестно, что археологический памятник нельзя раскопать дважды. В процессе раскопок уничтожается сам объект исследования, который всегда уникален. Не существует двух одинаковых памятников археологии, представляющих нам возможность перепроверить свои эмпирические выводы и исправить ошибки. Вернуться впоследствии мы можем только к полевой документации, фиксирующей разными способами процесс и результаты раскопок. С повторения этих банальных истин и хотелось бы начать рассуждения о том, что принципиально нового несет и какие действительно «революционные» изменения в археологии может повлечь за собой приход 3D технологий в практику полевой фиксации.

¹¹ Выполнено в рамках работ по проекту «Человек в меняющемся мире. Проблемы идентичности и социальной адаптации в истории и современности» (грант Правительства РФ П 220 № 14.В25.31.0009).

Всю историю развития методов полевой археологии мы можем представить как постепенное поступательное движение по пути увеличения точности и детальности фиксации. Действительно «революционных» изменений на этом пути было не так уж и много.

Первым таким изменением можно назвать изобретение фотографии. Уже с середины XIX в. археологи повсеместно старались «дублировать» свои чертежи и рисунки фотографиями, законно претендующими на большую объективность. Информация о раскапываемом памятнике стала передаваться в отчете тремя параллельными методами регистрации: «текст – чертеж – фотография». Уже тогда существовало понимание того, что отчет должен быть максимально полным аналогом уничтожаемого в ходе раскопок объекта.

На протяжении XX в. по мере развития и изобретения новых геодезических приборов увеличивалась и точность полевой археологической фиксации. В конце XX в. для обработки полевой документации массово начинают применяться компьютерные технологии.

Серьезный «прорыв» в качестве археологической фиксации произошел на рубеже XX–XXI вв. Он был связан с изобретением цифровой фотографии и началом использования электронного тахеометра. Их комплексное применение привело к увеличению точности и скорости фиксации, а также к началу перехода от фиксации на бумажных носителях к электронным способам передачи и хранения информации.

Документирование процесса раскопок стало возможным проводить на основе цифровой тахеометрической фиксации и фотосъемки с последующей обработкой полученных данных в различных САД-программах.

При этом все представляемые в отчете чертежи и фотографии по-прежнему оставались двухмерными, а изучаемые и уничтожаемые в ходе раскопок археологические объекты – всегда трехмерны. Позаимствованная из инженерных наук практика выполнения на чертежах всех необходимых разрезов позволяет нам в дальнейшем «представить» исследованный объект трехмерным. Понятно, что наше «представление» всегда остается неполным и с некоторыми серьезными допущениями будет передавать лишь общую геометрию и форму раскопанного объекта.

Всей полнотой информации может обладать только автор раскопок непосредственно в момент расчистки и фиксации археологического объекта. Более того, именно он и решает, что именно и как, и на каком этапе изучения следует зафиксировать. Часть информации при переводе ее в двухмерные чертежи и фотографии неминуемо будет потеряна. Субъективность неизбежна и при определении необходимого количества выполняемых для создания чертежей замеров, а также при выборе ракурса и степени детальности при фотофиксации.

Осознание этих проблем привело к пониманию того, что археологические объекты должны фиксироваться и отображаться не двухмерными плоскостными чертежами, а их трехмерными моделями. Создание таких моделей до недавнего времени было возможно только при участии специалистов по трехмерному моделированию, использовании сложнейшего программного обеспечения, а сам процесс перевода требовал колоссальных трудозатрат и при всем при этом совершенно не исключал искажений и ошибок при полевых измерениях.

Говорить о «3D революции» в полевой археологической фиксации западные коллеги стали в последнее десятилетие с началом применения лазерных сканирующих систем и появлением принципиально нового программного обеспечения для обработки данных наземной фотограмметрии (Fisher, Dakouri-Hild 2008; Farjas 2009; Doneus et al. 2011; Kjellman 2012). Применяемые технологии 3D фиксации сделали возможным создание высокоточных реалистичных трехмерных моделей как отдельных археологических объектов (остатки архитектурных сооружений, погребения, печи, развалы сосудов и т.д.), так и раскопок в целом. Создаваемая в ходе раскопок виртуальная трехмерная модель позволяет зафиксировать и сохранить качественно больший объем информации о пространственных характеристиках исследуемого археологического объекта, чем текстовое описание, чертежи и фотографии.

В настоящее время при полевой 3D фиксации активно используются две альтернативные технологии – трехмерное сканирование и наземная фотограмметрия, демонстрирующие прекрасные результаты в сотнях научных проектов по всему миру. Дать даже краткий их обзор здесь не представляется возможным. Лучшие примеры из мировой практики были освещены в 2014 г. в сборнике «3D фиксация и моделирование в археологии и культурном наследии. Теория и лучшие практики» оксфордского издания международной серии «Британские археологические сообщения» (Remondino, Samra 2014). Издание в настоящее время доступно и российским исследователям – его электронная версия размещена в открытом доступе в сети Интернет (<http://www.archaeopress.com/ArchaeopressShop/DMS/7FC96829-C390-4C6A-956B-197BAC5BC67E.PDF>).

2. 3D фиксация в российской археологии: реалии, проблемы и перспективы

О применении технологий 3D фиксации в полевой практике российских исследователей пока имеются только предварительные сообщения (Матвеев 2013; Старовойтов, Лунева 2013; Гусев и др. 2014; Зайцева, Пушкарев 2014). Сегодня можно говорить лишь о начальном этапе применения технологий 3D фиксации и визуализации результатов археологических раскопок отдельными научными центрами. Более того,

пока в публикациях не представлено ни одного проекта, где полевая 3D фиксация была бы последовательно проведена на всех объектах и всех этапах раскопок.

Как закономерная реакция на появление новых методов в российском археологическом сообществе наблюдаются и скептические настроения по поводу целесообразности их широкого практического применения. Утверждается, что качественно выполненная 2D фиксация содержит полный объем информации об объекте исследования и 3D фиксация не приносит ничего принципиально нового. Отмечаются также неоправданно большие материальные и временные затраты, требуемые для проведения 3D фиксации.

Тем не менее необходимо отдельно остановиться на очень важном вопросе об оценке материальных и временных затрат, возникающих при 3D фиксации.

Трехмерные сканеры (и лазерные, и оптические), действительно, пока достаточно дорогостоящее удовольствие. С учетом необходимости приобретения к ним программного обеспечения и найма или обучения специалистов финансовые вложения должны составить как минимум 1,5 млн руб. Временные затраты оценить сложнее, так как очень многое будет зависеть от модели сканера и объекта исследования. К примеру, для фиксации одного погребения с помощью ручного оптического сканера *Steafom GoScan 3D* потребуется около часа, для постобработки данных и создания трехмерной модели погребения – еще около двух часов. Таким образом, учитывая существующие в российской археологии реалии, применение 3D сканирования пока видится целесообразным только при исследовании каких-то уникальных археологических объектов, когда будут оправданы весьма значительные финансовые затраты.

Однако, как уже говорилось выше, в настоящее время существуют две альтернативные технологии 3D фиксации – сканирование и фотограмметрия. И именно фотограмметрия наиболее массово применяется в зарубежных проектах.

Для проведения 3D фиксации с помощью фотограмметрии вообще не требуется покупки никакого специального оборудования. Достаточно самой обычной цифровой фотокамеры. Специальный алгоритм съемки и последующая компьютерная обработка позволяют создавать трехмерные модели на основе серии двумерных снимков. Технология 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 специальных 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.

В случае строгого соблюдения всех необходимых условий фотограмметрической фиксации (калибровка и корректные настройки камеры, правильный выбор сценария съемки – положение и ориентировка камеры, шаг фиксации и т.д.) возможно получение моделей столь же высокого качества и разрешения, как и при сканировании. Для обработки фотограмметрических данных наибольшей популярностью у археологов пользуется программный пакет Agisoft PhotoScan. Стоимость лицензии профессиональной версии Agisoft PhotoScan для учебных и научных учреждений составляет 549 долл. США. Кроме того, существуют и бесплатные фотограмметрические программы, например Autodesk 123D Catch.

Чтобы оценить временные затраты при фотограмметрической фиксации, приведу пример из собственной практики. В среднем для фиксации одного погребения необходимо сделать около 40–60 снимков. Сама эта процедура занимает не более 15 минут. Последующая обработка данных происходит в программе автоматически и занимает около 6 часов.

Таким образом, бытующие сегодня представления о непомерных материальных и временных затратах, непременно сопутствующих полевой 3D фиксации, – не более чем миф и следствие слабой информированности.

Второй аргумент специалистов, скептически относящихся к перспективам широкого использования 3D фиксации в отечественной археологии, – отсутствие принципиально новой информации об объекте исследования при 3D фиксации.

Действительно, какие принципиально новые возможности для дальнейшего изучения дают создаваемые 3D модели раскопанных археологических объектов?

На наш взгляд, «революционность» рассматриваемых технологий состоит в том, что получаемые реалистичные трехмерные модели создают «эффект присутствия», когда любой исследователь может во всех деталях и ракурсах увидеть то, что видел автор раскопок непосредственно при работе с археологическим объектом в поле.

Можно сказать, что сегодня достигнуто предельное качество полевой фиксации, к которому археологи стремились с XIX в. Теперь мы можем создавать реалистичные трехмерные копии уничтожаемого нами в ходе раскопок археологического объекта. При этом устраняется неизбежная при всех других типах фиксации субъективность, так как сохраняются пространственные взаимоотношения всех элементов объекта. По сути, создается цифровой архив процесса и результатов раскопок, обеспечивающий возможность неограниченного количества обращений и исследований любых пространственных взаимоотношений.

На основе этих моделей впоследствии возможно выполнять любые необходимые измерения.

Различие между системой репрезентации результатов раскопок на базе интерактивных 3D технологий и представлением в виде отдельных чертежей и фотографий заключается не только в методе подачи информации, но и в наличии исследовательского инструментария. Статичное изображение значительно сложнее подвергнуть научному анализу и критике, например сделать необходимый дополнительный замер объекта или получить его разрез. Виртуальная 3D модель сохраняет пространственные характеристики объекта (геометрию, текстуру, структуру) в некоторой трехмерной системе координат, связанной с объектом. В этом состоит ее качественное отличие от фото- и киносъемки, сохраняющих лишь двухмерные изображения объекта.

Все вышесказанное достаточно для того, чтобы понять, почему приход 3D технологий в полевую фиксацию назван «революцией». Однако последствия этой «революции» весьма значимы не только для самого процесса документации результатов раскопок, но и для всех последующих научных реконструкций.

Достаточно удачно сформулированная Е.М. Колпаковым и В.А. Назаренко «парадигма полевой археологии» гласит, что «универсальной главнейшей задачей любых раскопок являются выявление и фиксация следов археологизации памятника, восстановление его первоначальной конструкции и процесса его функционирования» (2004: 100). Технологии 3D фиксации создают надежную основу для реконструкций. Например, реконструкция любого архитектурного сооружения будет более достоверна, если его открытый в ходе раскопок фундамент будет представлен в виде реалистичной 3D модели, созданной на основе технологии фотограмметрии, а не его реконструкции на основе плоскостных полевых чертежей.

В случае представления различных этапов функционирования археологического памятника или его отдельных объектов возможно также создание 4D виртуальных реконструкций, где в качестве одного из компонентов служит время, а 3D инструментарий используется для пространственного анализа реконструируемого объекта в его исторической эволюции.

Получаемые на основе новых методов фиксации трехмерные модели исследуемых археологических объектов, помимо научной значимости, обладают огромным образовательным и просветительским потенциалом. Если традиционные двухмерные чертежи могут быть понятны только профессиональному археологу, то трехмерные реалистичные модели весьма наглядны, что делает их привлекательными для самого широкого круга общественности. Большинство археологических объектов полностью скрыто под землей и не обладают необходимой для по-

пуляризации науки зрелищностью. Интерактивные же трехмерные модели позволяют увидеть их любому заинтересованному человеку такими, какими видел их исследователь в момент открытия.

Очень важным последствием применения 3D технологий при исследовании археологических объектов является и возможность получения с помощью 3D принтера их точной трехмерной копии. Уменьшенные копии-макеты реальных погребений, архитектурных сооружений и иных объектов достаточно активно включаются в современные музейные экспозиции.

Сказанное со всей очевидностью иллюстрирует важность и перспективность использования современных технологий 3D фиксации в полевой археологии. Недостаточное применение их сегодня российскими археологами во многом объясняется, повторяю, слабой информированностью о доступности этих технологий.

Переход на 3D фиксацию на основе технологии наземной фотограмметрии не требует финансовых и временных сверхзатрат. Поэтому очень важной задачей на сегодняшний день являются включение в вузовские программы специальных курсов по фотограмметрии и издание учебных пособий на русском языке. В практику зарубежных магистерских программ по археологии курсы по 3D фиксации стали достаточно активно включаться в последние пять лет. В основном они реализуются в качестве полевых практикумов или полевых школ. Продолжительность таких курсов – от двух до шести недель, с плотным графиком занятий до 8 часов в день. В подавляющем большинстве случаев – это партнерские проекты нескольких вузов, научных организаций и музеев. Такая форма обучения очень эффективна благодаря своеобразному «методу полного погружения». В рамках действующей экспедиции студенты на практике проходят все этапы – получения, обработки данных и построения 3D моделей исследуемых в ходе раскопок объектов. Понятно, что этому предшествуют лекционные аудиторные курсы в своем вузе. Академическая мобильность делает возможным собрать лучших специалистов и экспертов в регионе и дать знания студентам на самом современном уровне.

При массовом переходе на 3D фиксацию помимо необходимости корректировки учебных программ возникнут и другие вполне предсказуемые и преодолимые трудности.

Самая главная из них – колоссальное увеличение объема получаемых в ходе раскопок данных, которые необходимо сохранять на электронных носителях. Еще одна проблема – правовой режим 3D документа, который в российском законодательстве в настоящее время не определен. Сложности в определении правового статуса 3D документа связаны с тем, что он может объединять в себе элементы с различными правовыми режимами. Интеллектуальные права на 3D модель, связан-

ные с нею данные и программный инструментарий могут принадлежать частным лицам или организациям, как российским, так и зарубежным. Порядок использования моделей, данных и программного кода может определяться как общими условиями части IV Гражданского кодекса Российской Федерации, так и различными лицензионными договорами, в том числе допускающими свободное или относительно свободное использование. Объединение столь разнородных элементов в едином продукте существенно затрудняет четкую формализацию его правового режима. Данная проблема уже осознана российскими документоведами, и можно ожидать в самом ближайшем будущем серьезных исследований и предложений по ее решению (Леонов, Батурин 2013).

3. Заключение

После обзора всех замечательных возможностей, которые открывают нам технологии 3D фиксации и 3D визуализации, необходимо заметить, что применение всех даже самых современных методов само по себе никогда не приведет к пониманию раскапываемого памятника. Можно создать иллюзию качественной документации процесса раскопок, не поняв памятник, не зафиксировав все его сложные структуры, а лишь выборочно задокументировать некоторые субъективно выбранные этапы его раскопок, утратив навсегда целостность картины.

Вольно или невольно исследователь вносит свое субъективное восприятие не только на этапе интерпретации, но уже и на этапе фиксации результатов раскопок, какими бы методами она ни осуществлялась. Интерпретация всегда начинается уже в поле.

Огромная ценность современных технологий 3D фиксации и визуализации результатов раскопок заключается как раз в том, что исследуемый объект во всей его сложности может стать доступным для изучения и интерпретации неограниченному количеству заинтересованных исследователей. Сам автор раскопок утрачивает свою монополию на «единственно верную» интерпретацию исследуемого им памятника.

Один из первых проектов, последовательно применяющих 3D фиксацию с размещением всех результатов в открытом доступе, – это проект по исследованию всемирно известного неолитического поселения Чатал-Хююк в Анатолии, осуществляемый под руководством крупнейшего теоретика постпроцессуальной археологии Яна Ходдера (http://www.catalhoyuk.com/uc_merced.html).

3D технологии, применяемые на всех объектах и этапах раскопок Чатал-Хююка, позволяют создать виртуальную интерактивную среду и оперативно привлекать максимально большое количество специалистов из самых разных сфер к интерпретации получаемых в ходе раскопок данных.

Важнейший постулат постпроцессуального подхода заключается в том, что ни один отдельно взятый ученый не может составить истинное впечатление о прошлом, ибо будет смотреть на него через призму собственного жизненного опыта и субъективных, часто неявных и неосознаваемых им самим же установок.

Современные интерактивные 3D технологии фиксации и визуализации, безусловно, делают исследовательский процесс более объективным вследствие возможности неограниченного количества альтернативных взглядов и интерпретаций результатов археологических раскопок.

Остается надеяться, что в скором времени появятся и российские проекты, демонстрирующие последовательное применение технологий 3D фиксации в своих полевых исследованиях.

Литература

- Doneus M., Verhoeven G., Fera M., Briese C., Kucera M., Neubauer W.* From Deposit to Point Cloud – a Study of Low-cost Computer Vision Approaches for the Straightforward Documentation of Archaeological Excavations // XXIII International CIPA Symposium, Prague, 12–16 September 2011, Geoinformatics, vol. 6. Faculty of Civil Engineering. Czech Technical University. Prague. 2011. P. 81–88.
- Farjas M.* Digital Photogrammetry: 3D Representation of Archaeological Sites. 2009. [Электронный ресурс]. URL: http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/3d-scanning-and-modeling/Contenidos/Lectura_obligatoria/photogrammetry1.pdf/view (дата обращения: 12.12.2014).
- Frischer B., Dakouri-Hild A. (Eds.)* Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Tools for Discovery in Archaeology. British Archaeological Reports International Series. 1805. Oxford: Archaeopress, 2008.
- Kjellman E.* From 2D to 3D – A Photogrammetric Revolution in Archaeology? 2012. [Электронный ресурс]. URL: <http://munin.uit.no/handle/10037/4306> (дата обращения: 12.12.2014).
- Remondino F., Campana S. (Eds.)* 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage: Theory and best practices. British Archaeological Reports International Series. 2958. Oxford: Archaeopress, 2014.
- Гусев Ал.В., Ражев Д.И., Слепченко С.М., Зайцева О.В., Пушкарев А.А., Водясов Е.В., Ваулин М.В.* Археологический комплекс Зеленый Яр: новые технологии полевых исследований // Уральский исторический вестник. 2014. № 2 (43). С. 89–96.
- Зайцева О.В., Пушкарев А.А.* Наземная фотограмметрия в археологии: новые возможности высокоточной оперативной полевой 3D фиксации // Проблемы сохранения и использования культурного наследия: история, методы и проблемы археологических исследований: Материалы VII науч.-практ. конф. «Сохранение и изучение недвижимого культурного наследия Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», посвященной 90-летию со дня рождения В.Ф. Генинга (Нефтеюганск, 14–16 мая 2014 г.). Екатеринбург: Магеллан, 2014. С. 172–174.
- Колтаков Е.М., Назаренко В.А.* Методология археологических раскопок // Археолог: детектив и мыслитель: Сб. статей, посвященный 77-летию Льва Самойловича Клейна / Отв. ред. Л.Б. Вишняцкий, А.А. Ковалев, О.А. Щеглова. СПб.: Изд-во СПб. унта, 2004. С. 100–104.
- Леонов А.В., Батурин Ю.М.* 3D документ – новый тип научно-технической документации // Вестник архивиста. 2013. № 2. С. 192–205.

Матвеев В.Н. Полевая фиксация архитектурных объектов методом построения трехмерных моделей (на примере раскопок церкви Рождества Христова на Песках) // Актуальная археология: археологические открытия и современные методы исследования. Тезисы научной конференции молодых ученых Санкт-Петербурга. СПб.: ИИМК РАН, 2013. С. 14–16.

Старовойтов А.В., Лулева О.В. Фотограмметрические и GNSS методы геодезического обмера как часть инфраструктуры пространственных данных для ведения археологических исследований // Актуальная археология: археологические открытия и современные методы исследования. Тезисы научной конференции молодых ученых Санкт-Петербурга. СПб.: ИИМК РАН, 2013. С. 16–18.

Zaitseva O.V.

‘3D REVOLUTION’ IN ARCHAEOLOGICAL RECORDING IN RUSSIAN PERSPECTIVE

Abstract. The paper elaborates on the use of new ‘revolutionary’ 3D recording technologies for archaeological excavations. Herein, a comparison is drawn between the two alternative technologies – laser scanning and terrestrial photogrammetry. Based on these, realistic 3D models of archaeological objects studied at excavation sites are created. It is shown that photogrammetry is easier to master and, unlike scanning, does not require substantial investments. The paper studies the significance of using 3D recording in archaeology and education. The analysis of the current situation in Russian science shows that, for the time being, one can only state that the use of 3D recording and visualization of archaeological finds by separate scientific centres is at the initial stage.

Key words: 3D scanning, terrestrial photogrammetry, recording of archaeological finds

References

- Doneus M., Verhoeven G., Fera M., Briese C., Kucera M., Neubauer W. From Deposit to Point Cloud – a Study of Low-cost Computer Vision Approaches for the Straightforward Documentation of Archaeological Excavations, *XXIII International CIPA Symposium, Prague, 12-16 September 2011, Geoinformatics, vol. 6. Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University, Prague, 2011*, pp. 81–88.
- Farjas M. *Digital Photogrammetry: 3D Representation of Archaeological Sites*. 2009. Available at: http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/3d-scanning-and-modeling/Contenidos/Lectura_obligatoria/photogrammetry1.pdf/view (accessed: 12 December 2014).
- Frischer B., Dakouri-Hild A. (Eds.) Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Tools for Discovery in Archaeology, *British Archaeological Reports International Series*, no. 1805. Oxford, Archaeopress, 2008.
- Kjellman E. *From 2D to 3D – A Photogrammetric Revolution in Archaeology?* 2012. Available at: <http://munin.uit.no/handle/10037/4306> (accessed: 12 December 2014).
- Remondino F., Campana S. (Eds.) 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage: Theory and best practices, *British Archaeological Reports International Series*, no. 2958. Oxford: Archaeopress, 2014.
- Gusev A.I., Razhev D.I., Slepchenko S.M., Zaitseva O.V., Pushkarev A.A., Vodiasov E.V., Vavulin M.V. Arkheologicheskii kompleks Zelenyi Iar: novye tekhnologii polevykh issledovaniy [The archaeological complex of Zelenyy Yar: new fieldwork technologies], *Ural'skii istoricheskii vestnik*, 2014, no. 2 (43), pp. 89–96.
- Zaitseva O.V., Pushkarev A.A. Nazemnaia fotogrammetriia v arkheologii: novye vozmozhnosti vysokotochnoi operativnoi polevoi 3D fiksatsii [Terrestrial photogrammetry in archaeology: new opportunities of 3D high-precision operative field recording],

- Problemy sokhraneniia i ispol'zovaniia kul'turnogo naslediia: istoriia, metody i problemy arkheologicheskikh issledovaniï: Materialy VII nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sokhranenie i izuchenie nedvizhimogo kul'turnogo naslediia Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga – Iugry», posviashchennoi 90-letiiu so dnia rozhdeniia V.F. Geninga (Nefteïugansk, 14–16 maia 2014 g.)* [Problems of preservation and utilization of cultural heritage: the history, methods and problems of archaeological research: Proceedings of VII research and practice-oriented conference ‘The preservation and study of immovable cultural heritage of the Khanty-Mansiysk autonomous region – Yugra’, associated with the 90th anniversary since the birth of V.F. Gening (Nefteyugansk, May 14–16, 2014)]. Ekaterinburg, Izd-vo Magellan, 2014, pp. 172–174.
- Kolpakov E.M., Nazarenko V.A. Metodologiya arkheologicheskikh raskopok [The methodology of archaeological excavations], *Arkheolog: detektiv i myslitel': Sbornik statei, posviashchennyi 77-letiiu L'va Samoilovicha Kleina* [Archeologist: a detective and thinker: a collection of papers associated with the 77th anniversary of Lev Samuilovich Klein], Eds. L.B. Vishniatskii, A.A. Kovalev, O.A. Shcheglova. St. Petersburg, Izd-vo S.-Peterb. unta, 2004, pp. 100–104.
- Leonov A.V., Baturin Iu.M. 3D dokument – novyi tip nauchno-tekhnicheskoi dokumentatsii [3D document – a new type of scientific and technical documentation], *Vestnik arkhivista*, 2013, no. 2, pp. 192–205.
- Matveev V.N. Polevaia fiksatsiia arkhitekturykh ob"ektov metodom postroeniia trekhmernykh modelei (na primere raskopok tserkvi Rozhdestva Khristova na Peskakh) [The field recording of architectural objects by means of 3D modelling (through the example of excavations of the Church of the Nativity of Christ at Peski)], *Aktual'naia arkheologiya: arkheologicheskie otkrytiia i sovremennye metody issledovaniia. Tezisy nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh Sankt-Peterburga* [Topical archaeology: archaeological discoveries and contemporary research methods]. Saint-Petersburg, IIMK RAN, 2013, pp. 14–16.
- Starovoitov A.V., Luneva O.V. Fotogrammetricheskie i GNSS metody geodezicheskogo obmera kak chast' infrastruktury prostranstvennykh dannykh dlia vedeniia arkheologicheskikh issledovaniï [Photogrammetric and GNSS methods of geodetic measurement as part of infrastructure of spacial data for archaeological research], *Aktual'naia arkheologiya: arkheologicheskie otkrytiia i sovremennye metody issledovaniia. Tezisy nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh Sankt-Peterburga* [Topical archaeology: archaeological discoveries and contemporary research methods. Abstracts of research conference for young scholars at Saint Petersburg]. Saint-Petersburg, IIMK RAN, 2013, pp. 16–18.