

РАЗДЕЛ 3 АРХИТЕКТУРА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

УДК 72.025.21

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ ФИКСАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОЙ АРХЕОЛОГИИ (НА ПРИМЕРЕ БАШНИ СВЯТОГО КОНСТАНТИНА В г. ФЕОДОСИЯ)

Веприцкая Е.Д.
аспирант

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Целью статьи является изучение метода фотограмметрической фиксации объектов архитектуры и архитектурно-археологических памятников для дальнейшего применения полученных результатов в памятникоохранной и проектной деятельности. В статье вкратце приводится методика построения облака точек, трехмерной модели и текстуры памятника на основе фотографического материала, а также базовые принципы информационного моделирования памятников архитектуры на основе полученных при фотограмметрии данных. Рассмотрены результаты, полученные автором при фотограмметрических исследованиях и информационном моделировании объектов гнуэзской крепости Каффа (Кефе) в г. Феодосия.

Введение. Фотограмметрия в переводе с греческого означает дословно «измерение светозаписи», то есть фиксацию морфологии, габаритов, пространственного расположения, текстуры и прочих характеристик объектов на основе фотографий. Дисциплина фотограмметрии появилась немногим позже фотографии как таковой, и применялась в основном для создания карт местности. Пионерами в области фотограмметрической топографии можно считать Д.Ф. Араго и Э. Лосседа. Араго впервые предложил использовать фотографию для создания карт около 1840 года, а Лосседа в 1860 году создал на основе фотографий карту Парижа [1]. В целом развитие фотограмметрии очень долго шло именно в этом направлении, использовалась в основном она для целей военной разведки, а в мирное время для геодезических изысканий. В 1900-1950-х годах применялись так называемые аналоговые методы фотограмметрии с использовани-

ем стереографов, стереопроекторов, фототрансформаторов – приборов, которые в мануальном режиме позволяли производить обработку фотографий для получения карт. С 1950-х годов начинается развитие аналитической фотограмметрии, в которой применялись ЭВМ, что значительно улучшило качество и скорость работы. В 1990-х годах с появлением цифровых фотокамер возникает цифровая фотограмметрия, которая позволяет максимально автоматизировать процессы обработки и создания карт. Современные методы фотограмметрии позволяют создавать как двухмерный, так и трехмерный объект. Простота использования, доступность (по сравнению с лазерным сканером) и качество получаемых результатов сделали фотограмметрию одним из наиболее удачных решений для получения достоверной трехмерной модели архитектурных памятников. Применяется этот метод и для фиксации архитектурно-археологического наследия. В данном направлении апробирован он в странах с большим количеством археологических памятников, прежде всего в Италии (работы таких исследователей и практиков как Ремольдино, Салония, Гоницци и пр.).

Архитектурно-археологические памятники – это объекты культурного наследия, требующие особого внимания, поскольку они чрезвычайно уязвимы к любым природным и антропогенным воздействиям. В большинстве случаев даже само исследование новых и уже открытых

археологических объектов опасно для их физической целостности. С уверенностью можно сказать, что исследования археологических памятников является процессом их управляемого разрушения, когда слой за слоем снимается исторический материал предыдущих эпох, разбираются существующие архитектурные остатки для того, чтобы найти начальную точку отсчета истории объекта.

Исходя из таких особенностей работы с архитектурно-археологическим наследием, детальная послойная фиксация собранного материала является общепризнанной необходимостью. Традиционная школа археологии использует ручные обмеры таких объектов. Почти в каждой археологической экспедиции имеется человек с архитектурным или художественным образованием, занимающийся именно натурной фиксацией. Несмотря на распространенность такого метода, ручные чертежи очень часто недостаточны для правильной интерпретации данных, имеют определенные неточности и погрешности. В таком случае фотограмметрическая модель дает большее количество исходных данных и большую геометрическую точность. Рассмотрим основные преимущества фотограмметрии при работе с архитектурно-археологическим наследием.

Основная часть

1. Основные преимущества метода

С развитием и распространением технологий человечество получило возможность фиксировать объекты здесь и сейчас: широкое распространение фотоаппаратуры делает общедоступной цифровую фиксацию памятников. Современные методы стали более часто применяемыми в архитектуре в целом, в определении как современного состояния объекта, так и прошлых деформаций, особенно в процессе подготовки обмерных чертежей исторических зданий. Трехмерные данные, результаты фотограмметрии и ортофото (двухмерное изображение без искажений) постоянно используются в документации для будущих проектов консервации. Эти

методы позволяют экономить время, а также являются более легкими в исполнении и более точными по сравнению с классическими методами [2].

Безусловным преимуществом технологий неинвазивных обмеров, таких как лазерное сканирование и фотограмметрия, является возможность генерации исключительно реалистичных трехмерных моделей в масштабе 1:1. Такие модели могут быть использованы для создания проектной документации, цифрового хранения, виртуальной экспозиции, перекрестного анализа, симуляций эффекта старения материалов, графических реконструкций и так далее. Еще одним плюсом цифровой фиксации памятника является возможность точной привязки по дате и времени без привязки к определенному пространству, т.е. доступ к оцифрованным объектам возможен из любой точки планеты [3]. В архитектурно-археологических исследованиях трехмерная фиксация позволяет вписать объект или его части в окружение, изучать состояние конструкций и материала памятника, создавать его точную копию – цифровую или физическую (при помощи 3D принтера).

Если лазерное сканирование позволяет нам получить облако точек объекта с погрешностью до ± 1 миллиметра, но без текстуры, то фотограмметрия, в свою очередь, дает возможность получения подробной текстуры. Однако погрешность геометрии при этом будет зависеть от характеристик фотокамеры, на которую были сделаны снимки, от возможностей используемого для обработки фотографий программного обеспечения и от умений специалиста, проводящего фотосъемку и обрабатывающего результаты. Тем не менее, универсальность применения полученных результатов и дешевизна метода делают фотограмметрию одним из передовых методов фиксации памятников. На данный момент разработано значительное количество как коммерческого, так и свободного программного обеспечения для построения облака точек на основе фотограмметрии и дальнейшего экс-

порта результатов в программы для проектировщиков. Наиболее известными и удачными (по мнению автора) программами для работы со средой на основе фотографий являются Rescap 360 от Autodesk и AgisoftPhotoscan. Первая из них имеет возможность работы как с фотограмметрией, так и с облаком точек лазерного сканирования, а также бесплатную упрощенную версию, подходящую для любительской работы. Программа от компании Agisoft является более подробной и позволяет проводить большее количество манипуляций как с фотографиями, так и с облаком точек. В рамках работы автором была проведена апробация метода фотограмметрии для фиксации состояния объектов генуэзских крепостей Каффа в г. Феодосии и Чембало в г. Балаклаве в обеих программах, а также апробация применения результатов фотограмметрии для построения упрощенной модели графической реконструкции башни Св. Константина в Феодосии. Далее вкратце будут рассмотрены основные этапы этих работ и их результаты.

2. Основные условия метода

Фотограмметрия имеет несколько этапов: фотофиксация и базовый обмер, очистка фотографий от ненужной информации, определение взаиморасположения точек съемки, вычисление облака точек объекта, построение уплотненного облака точек, построение модели, наложение текстуры и, наконец, присвоение XYZ координат точек для привязки расположения модели в пространстве и ее масштабирования. Как мы можем видеть, только первые два этапа проводятся в полевых условиях и именно от них зависит качество и результативность работы. Для получения качественных результатов необходимо детально спланировать и организовать процесс фотофиксации объекта. Поскольку программы для построения фотограмметрии опираются на расположение пикселей и их цвет, необходимо прежде всего обеспечить равномерное освещение объекта и минимальное взаимное наложение фотографий на уровне

от 60 до 80 %. При наложении фотографий менее 60 % облако точек будет слишком разряженным, т.е. программа не сможет найти наложение точек и построить облако; если наложение будет более 80%, то значительно снизится скорость обработки данных, при этом существенной разницы в качестве полученного облака точек не будет. При фотограмметрии специалист, делающий съемку, должен двигаться вокруг объекта, так, чтобы объект был максимально отцентрирован (см. рис. 1). Двигаясь таким образом, мы должны сделать не менее 20-24 фотографий, полностью захватывающих объект со всех сторон, причем принципиальное значение имеет соотношение размера объекта и расстояния до него. Расстояние в свою очередь влияет на качество фотографий, поэтому необходимо, чтобы камера имела достаточное качество фотообъектива и необходимое количество пикселей (принято использовать камеры не менее 12 МП). Желательно, чтобы все фотографии были выполнены с одного расстояния.

Важным моментом является обеспечение низкого уровня зернистости фотографий и недопустимость использования фокусировки и размытия; также нежелательным является использования зуммирования, так как в таком случае при одинаковом размере фотографий истинная плотность точек существующего объекта на фотографии с зумом будет ниже, что негативно скажется на результатах.

Нужно также обеспечить равномерное освещение объекта и провести съемку за один раз. Особенно важно это при работе с экстерьером, так автор при обработке фотографий, сделанных в полдень при ярком солнечном свете, столкнулась с инверсией формы в программе, когда падающая тень была воспринята программой как собственная, и одна из башен в результате была «вывернута на изнанку».

Повторная фотофиксация в пасмурный день дала правильную геометрию формы. Следует также учесть, что ни одна из существующих программ обработки не

сможет построить форму прозрачных и отражающих поверхностей, а также будет затруднительным построение монохромных поверхностей без ярко выраженной фактуры и с движущимися предметами. Поскольку информация, полученная методом фотограмметрии, не имеет метрических характеристик, необходимо провести базовый обмер. Для правильной привязки в системе координат и масштабирования объекта достаточно измерить координаты трех точек, которые бы повторялись на изображениях. Благодаря этим точкам мы сможем не только привязать модель к существующей ситуации, но и масштабировать ее, то есть задать коррелирующие взаимосвязи между существующим объектом и его моделью [4; 5].

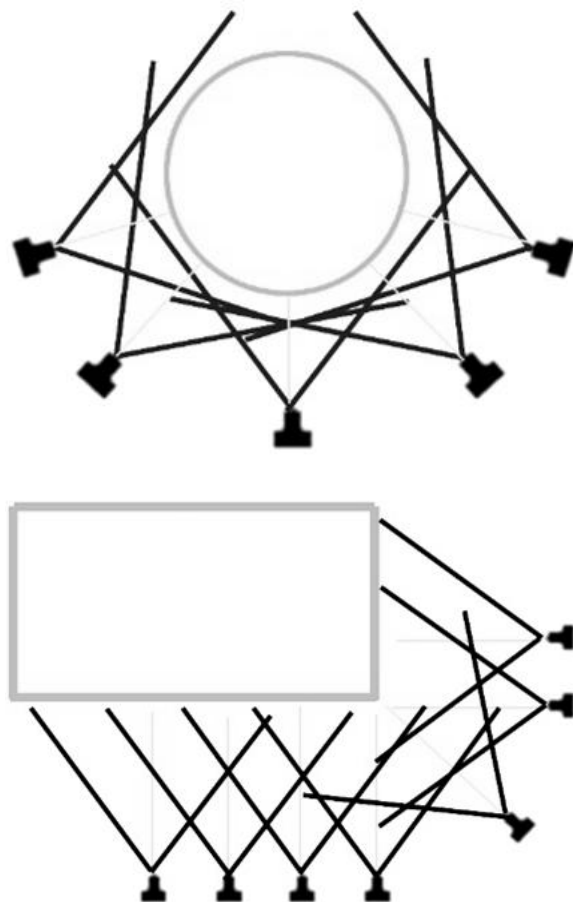


Рис. 1. Схема размещения камеры при фотограмметрии

3. Применение метода для фиксации башни Константина в г. Феодосии

Фотофиксация и обмеры объектов генуэзских крепостей Крыма проводились автором летом 2015 года. При фотофиксации были выполнены базовые условия, необходимые для построения корректной модели. Тем не менее, существенную проблему представляли собой элементы окружения, которые так или иначе попадали в кадр (участки неба, озеленение, случайные прохожие). Для зачистки изображений от этих элементов использовалась стандартная функция программы PhotoScan – маски [6]. Далее необходимо задать характеристики камеры, на которую проводилась съемка, так как для крупногабаритных объектов существует высокая вероятность искривлений. Итак, после того как фотографии были зачищены, а параметры камеры введены, можно приступить ко второму этапу – выравниванию фотографий. Программа автоматически привязывает фотографии друг к другу и определяет точку, с которой проводилась фиксация. Именно на этом этапе возможно проконтролировать, достаточными ли являются наложения фотографий и правильно ли была выбрана точки фиксации. В случае, если фотографий недостаточно, необходимо повторить процесс фиксации. Если фотографии имеют слишком высокую плотность наложения, мы можем исключить определенные из них. Третий шаг – это построение облака точек и его уплотнение. На этом этапе мы получаем представление о форме объекта. На основе облака точек строится модель – плоскости соединяют точки треугольниками, и мы получаем трехмерную форму, после чего возможно построение текстуры. На последнем этапе были заданы геометрические характеристики объекта, полученные при обмере. На этом этапе мы можем проконтролировать погрешность модели (рис. 2, 3).

Полученные результаты мы можем экспортировать в различные программы, к примеру, текстурированную модель перевести в 3DSMax или другую среду для визуализаций, а облако точек можем перевести в среду AutodeskRevit для ин-

РАЗДЕЛ 3
АРХИТЕКТУРА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

формационного моделирования объекта (рис. 4). Такие же процедуры были приме-

нены для других объектов генуэзских крепостей Крыма.

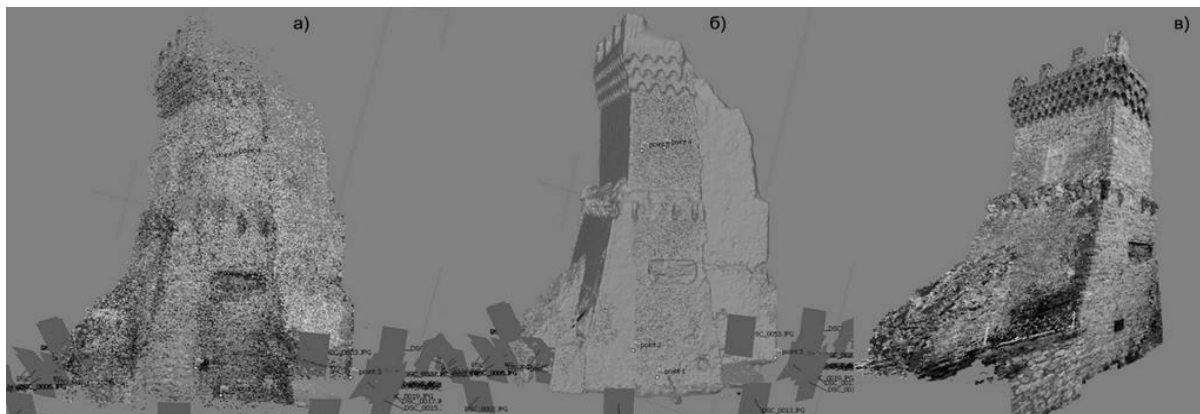


Рис. 2. Первичное облако точек и модель башни Константина в AgisoftPhotoscan (а, б); плотное облако точек в Rescap 360 (в)



Рис. 3. Плотное облако точек в Rescap 360 (а); текстурированная модель в AgisoftPhotoscan (б); исходная фотография (в)

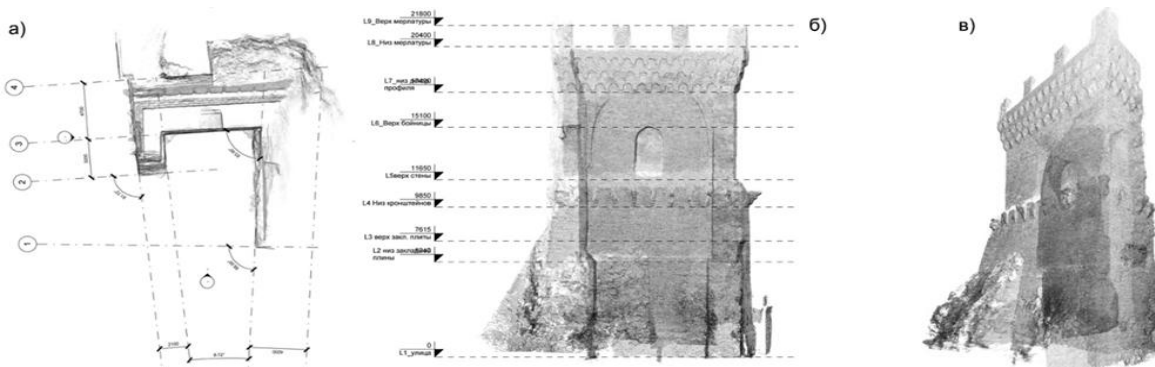


Рис. 4. Экспорт облака точек в среду AutodeskRevit для дальнейшей работы

Заключение. Таким образом, фотограмметрия применительно к архитектурно-археологическим объектам является чрезвычайно перспективным методом обмеров и трехмерного моделирования.

Она экономична, мобильна и имеет высокую точность результатов. Фотограмметрия может использоваться не только на отдельных предметных памятниках, но и на ансамблевых памятниках, таких как

комплекс генуэзской крепости Каффа. Конечно этот метод имеет определенные недостатки, но по сравнению с полученными результатами они являются несущественными.

В диссертационной работе результаты фотограмметрии автор применила для определения мест деградации материала на объектах (оценка деградации велась на основе изданного ИКОМОС словаря разрушений каменных материалов), для получения трехмерной модели объектов крепостей. Также результаты исследования стали основой модели графической реконструкции башни Константина. Благодаря фотограмметрии архитекторы, археологи и реставраторы могут получить высококачественную документацию по предмету исследования, повысить уровень исходных данных, облегчить и ускорить свою работу.

Литература

1. Михайлов А.П., Чибуничев А.Г. Курс лекций по фотограмметрии [Рукопись; Электронный ресурс] / А.П. Михайлов, А.Г. Чибуничев – М., 2011. – рукопись МИИГАиК. URL: <http://www.racurs.ru/wiki/index.php/Введение> (26/01/2017)
2. Importance of digital close range photogrammetry in documentation of cultural heritage / H.M. Yilmaz et al. // *Journal of Cultural Heritage*. – 2007. – Volume 8, Issue 4. – pp. 428-433. – DOI: 10.1016/j.culher.2007.07.004
3. Fabio Remoldino. Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning [Текст: Электронный ресурс] / Fabio Remoldino // *Remote Sensing*. – 2011. – Volume 3. – p. 1104-

УДК 711.01

ПОНЯТИЕ ИМИДЖА В ДИЗАЙНЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ ИТАЛЬЯНСКИХ СУПЕРМАРКЕТОВ EATALY

Еременко Л.Ю.

кандидат архитектуры, доцент кафедры «Дизайн архитектурной среды»
Белорусский национальный технический университет

Статья посвящена исследованию имиджа как объекта дизайна потребительских пространств, как продукта взаимодействия архитектуры и маркетинговых коммуникаций. Особое внимание

1138. – ISSN 2072-4292, URL: , <http://www.mdpi.com/2072-4292/3/6/1104> (26/01/2017)

4. S. Gonizzi et al. 3D Surveying and Modelling of Archaeological Sites – Some Critical Issues [Текст] / S. Gonizzi Barsanti, F. Remoldino, D. Visintini // *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Volume 11-5/W1: XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France*. – pp. 145-150

5. JeroenDeReu et al. Towards a three-dimensional cost-effective registration of the archaeological heritage [Текст] / Jeroen De Reu Gertjan Plets, Geert Verhoeven, Philippe De Smedt, Machteld Bats, Bart Cherretté, Wouter De Maeyer, Jasper Deconynck, Davy Herremans, Pieter Laloo, Marc Van Meirvenne, Wim De Clercq // *Journal of Archaeological Science*. – 2013. – Volume 40. – Issue 2. – p. 1108-1121, ISSN: 0305-4403

6. AgisoftPhotoScan User Manual: Professional edition, version 0.9.0. – 2012. – AgiSoft LLC. – 49p.

USING PHOTOGRAMMETRY METHOD FOR ARCHITECTURAL-ARCHAEOLOGICAL MONUMENTS FIXATION AND MODELLING (ON THE EXAMPLE OF ST. CONSTANTINE TOWER IN FEODOSIA)

KaterynaVeprytska,

PhD student, Kharkiv National University of Civil
Engineering and Architecture

This article concerns the problems and perspectives of architectural and archaeological heritage documentation with the use of photogrammetry. Some critical issues, such as data collection procedure, data elaboration and result control are reviewed. One of the medieval monuments in Crimea (St. Constantine tower) is taken as the example for photogrammetry method approbation. The perspectives of this method for heritage documentation are researched.

Поступила в редакцию 20.01.2017 г.

уделено фирменному стилю, объединяющему архитектуру, систему визуальных коммуникаций и виртуальную среду с целью создания положительного имиджа «территории бренда».