

ЦИФРОВАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ В АРХИТЕКТУРЕ
DIGITAL RECONSTRUCTION IN ARCHITECTURE

3D-реконструкция средневекового храма в п. Лоо (район Большого Сочи). К вопросу о создании текстуры облицовки стен и визуализации в ландшафте¹

3D reconstruction of a medieval temple in Loo (Greater Sochi region). On the issue of creating wall cladding textures and visualizing them in the landscape

Кизилова Анастасия Андреевна

Anastasia Kizilova

Институт востоковедения Российской академии наук, лаборант-исследователь
oduvanki@mail.ru

Institute of Oriental Studies of Russian Academy of Sciences, Assistant Researcher
ORCID: 0009 0001 0119 2687

В статье дается краткая историографическая справка о рассматриваемом крестово-купольном храме, дается обоснование реконструкции, а также представлена процедура создания и сама результирующая 3D-модель в реалистичном ландшафте.

The article provides a brief historiographical overview of the cross-domed church under consideration, justifies the reconstruction, and presents the creation process and the resulting 3D model in a realistic landscape.

Ключевые слова: реконструкция, 3D, крестово-купольный храм, Большой Сочи, Лоо, Абхазское царство

Keywords: 3D, cross-domed church, Greater Sochi, Loo, Abkhazian Kingdom

Введение

В рамках проекта «Христианские церкви послеарабского периода (IX–XI вв.) вдоль Большого Кавказского хребта: цифровое моделирование и реконструкция разрушенных храмов (архитектурная декорация), виртуальная карта культурного наследия» под руководством д-ра искусствоведения Е. Ю. Ендольцевой наша исследовательская группа выполняет полевые работы на Черноморском побережье России и Республики Абхазия.

Реконструируемый храм в поселке Лоо муниципального образования город-курорт Сочи входит в группу церквей византийского типа «вписанного креста» так называемой «абхазской» школы и обнаруживает с ними многочисленные сходства. Впервые храм в поселке Лоо был в конце XIX в. был обследован В. Сизовым [1, с. 8]. Позже, в 1950–1970-х гг. храм изучали Н. В. Анфимов [2], В. Б. Ковалевская [3] и Ю. Н. Воронов [4, с. 91–93]. Данная церковь большинством специалистов датируется X в. — периодом расцвета Абхазского царства [5, с. 211]. На период становления и расцвета Абхазского царства в VIII–X вв. в прибрежной части

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 25-18-00669.

Большого Сочи было построено, по крайней мере, три крестово-купольных храма, из которых два дошли до наших дней. Богатство резной каменной декорации, размеры этих сооружений и качество облицовки стен, безусловно, говорят о значимости их в церковной иерархии региона и отражают локализацию важных административных центров X в. Обнаруженный во время раскопок археологический материал, также подтверждает эти датировки. По мнению Б. Б. Овчинниковой, храм функционировал до XV–XVI вв. [6, с. 121]. Разработкой проекта по реконструкции храма занимались Е. В. Скрынникова, Н. С. Романов, В. Н. Мудров, однако проект не был реализован [7].

Первичным вопросом в реконструкции храмов является проблема получения его точных размеров. Наиболее точные результаты в обмерах руинированного объекта в настоящее время дают методы 3D-фотограмметрии. Различные классы археологических объектов требуют индивидуальных проработанных методов съемки и обработки полученного цифрового материала. За последние годы нашей исследовательской группой была отработана методика применимая к храмам лесистой местности Большого Сочи и Абхазии. Эта методика позволила получить результаты приемлемого качества и достаточной точности. В этом случае важно отметить, что многие объекты находятся на особо охраняемых природных территориях Сочинского национального парка или Кавказского государственного природного биосферного заповедника, и использование для съёмки квадрокоптера невозможно, так как порубка растительности для обеспечения просмотра с воздуха запрещена. Сложный рельеф, а некоторые объекты находятся на краю пропасти, не позволяет сделать круговые обмеры механическими способами и лазерной рулеткой (лазерным дальномером). В связи с этим использованные нами способы позволили определить точные углы архитектурных сооружений в градусах и соответственно объективно отметить их на планах исследуемых храмов. В отличие от ручных измерений расстояний, когда дистанция определяется по нескольким точкам замера, 3D-фотограмметрия позволила получить сотни точек для построения проекций стен, что позволяет получить более корректные размеры руинированных остатков храмов.

Естественно, что применяемые методы не являются единым алгоритмом и разные памятники требуют различных индивидуальных подходов, но при этом сохраняются основные принципы. Рассмотрим вкратце алгоритм, применяемый при исследовании археологических храмовых объектов с помощью фотограмметрии.

Наиболее важным из критериев, применяемых при фотограмметрической съемке, является критерий непрерывности серии фотокадров. В серии снимков важно, чтобы наложение каждого последующего кадра перекрывало 70–80% предыдущего. При работе на открытой местности соблюдение этого критерия не вызывает больших проблем, но в горных условиях лесов Большого Сочи и Абхазии, где найдено подавляющее большинство древних храмов, мы испытываем большие сложности в связи с обилием бурной субтропической растительности, которая часто попадает в поле кадра. Как результат – серия прерывается, и это создает большие трудности при построении модели. В случае неудачных полевых условий модель необходимо собирать по блокам из различных фрагментов, что отрицательно сказывается на качестве сборки. В связи с этим важным фактором при фотосъемке храма уделяется особое внимание качеству очистки визуальной

зоны от папоротников, кустов, упавших веток, листвы и прочих оптических помех между камерой и объектом. Первичные полевые навыки были получены участниками экспедиции при создании трехмерной реконструкции внешнего вида крепости Питиунт в период ее расцвета в IV веке нашей эры, наряду с церквями, которые были первыми памятниками религиозной архитектуры в северо-западной Колхиде (северо-западная Колхида включает в себя части территории современных России, Грузии и Абхазии) [8].

Важным фактором, влияющим на процесс съемки, является высота сохранившихся стен и размеры храма. Опыт нашей экспедиции показал, что съемку оптимально проводить в три полных обхода объекта со смещением в горизонтальной плоскости около одного метра. Съемку нужно проводить на уровне глаз (1,7 м), на уровне вытянутых вверх рук (2,3 м) и с высоты максимально поднятого штатива (4 м). Таким образом, мы получаем три конуса съемки, что, при сохранении непрерывности серии снимков, дает хороший результат сшиваемости кадров в программе. Качество разрешения кадра в серии снимков выставляется в зависимости от запланированных задач и возможностей компьютера. При определении аспектов архитектуры храма, составления плана, проекций и разрезов достаточно 6–8 Мпкс. Количество же кадров в серии может быть от 100 до 400 и это зависит от размеров и сложности конструкции храма.



Илл. 1. Храм в посёлке Лоо, фотограмметрия (автор: Глазов К. А.)

Обработанные полученные модели фрагментов переносим в 3D-редактор (в нашем случае 3DsMax), где они проходят масштабирование и окончательно собираются в единое целое. В этом же редакторе делаются все необходимые разрезы и проекции, выставляется оптимальное освещение и выводятся рендеры, на базе

которых производится финальная отрисовка объекта. Более того, 3D-редактор дает возможность не только масштабировать модель и определить размеры и пропорции исследуемых элементов объекта, но и, при надобности, достроить фрагменты, которые утрачены. Все эти опции в дальнейшем мы применяем для виртуального реконструирования внешнего облика памятника [9, с. 182].

В результате перечисленных выше методик была выполнена фотограмметрическая съемка храма в Лоо (илл. 1).

Далее, на основе полученных габаритных данных была построена геометрическая модель храма в период его функционирования в эпоху средневековья.

В работе по 3D-реконструкция средневекового храма в п. Лоо автору статьи было поручена подготовка текстуры облицовки стен и дальнейшая визуализация ситуационного расположения храма в ландшафте. Облицовочные квадраты (прямоугольные строительные каменные блоки) на внешней поверхности стен церкви сохранились только на северном фасаде и в небольшом количестве, поэтому мы смогли использовать этот небольшой фрагмент только для получения информации о габаритах квадр и технике их обработки. Среди сохранившихся, как образец для визуализации вариантов текстуры фасада наиболее удачным, пожалуй, можно назвать стены храма Симона Кананита в Новом Афоне (Республика Абхазия) датированного концом IX началом X в.(илл. 2).



Илл. 2. Фотография храма Симона Кананита в Новом Афоне
(© FOTO-TOURS (ФОТОТУРЫ) <https://foto-tours.ru/azia/abhazia/670-church-of-simon-the-canaanite>)

Более того, этот крестово-купольный храм является географически ближайшим из сохранившихся на побережье относительно храма в посёлке Лоо.

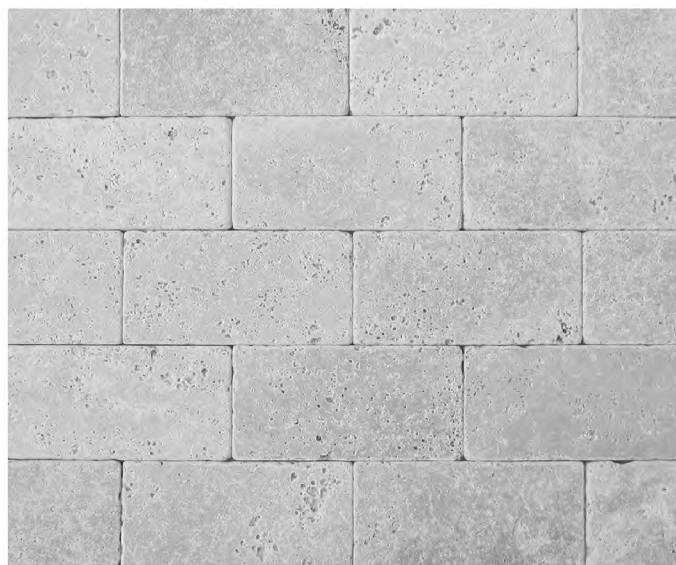
Поскольку задачей данного исследования было воссоздание облика древнего храма во время его непосредственного функционирования, то текстура стен церкви Симона Кананита, стала лишь образцом цветосочетания облицовочного камня. Состояние поверхности каменной кладки, испытавшей тысячелетнее воздействие атмосферных факторов, не удовлетворяло критериям технического задания. Таким образом, схожая по пропорциям с кладкой храма в Новом Афоне и габаритами с блоками храма в Лоо, но уже современная текстура была подобрана в имеющемся банке данных из системы интернет. В данном конкретном случае была использована коллекция официального сайта Интернет-магазина «ПраймКамень»². Однако, даже после обработки, с помощью регулирования баланса оттенков каменной кладки, уровня и глубины контраста изображения в программе Adobe Photoshop, фрагмент был непригоден для использования. Малая площадь текстурного фрагмента при его клонировании на поверхности 3D создавала очевидный эффект повтора, что придавало визуализации неестественный вид (илл. 3).



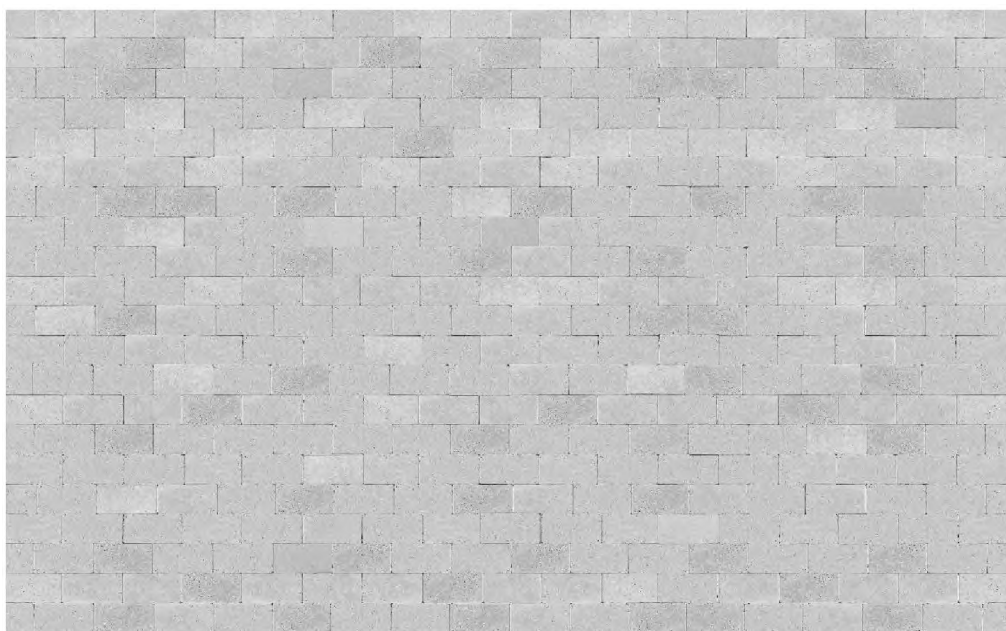
Илл. 3. Регулярный повтор цветовых пятен при визуализации внешнего вида храма — отвергнутая версия (автор: Глазов К. А.)

Для предотвращения данного негативного эффекта, базовый фрагмент (илл. 4) был клонирован в текстуру, площадь которой была соизмерима с габаритами реального фасада (илл. 5) а габариты квадратических блоков соответствовали бы требованиям масштаба всего реконструируемого сооружения. Касательно внутренней поверхности притворов храма необходимо отметить, что наличие в них декоративной облицовки или известковой штукатурки археологически не подтверждено. В этой связи на 3D модели в качестве фактуры поверхности была использована текстура реальной кладки из необработанного песчаника, которая находилась на внутренних стенах храма по факту.

² https://kamelot.msk.ru/catalog/dekorativnyy-kamen/tivoli_531.html



Илл. 4. Базовая текстура стены (автор: Кизилова А. А.)



Илл. 5. Клонированная текстура стены с применением цветокоррекции (автор: Кизилова А. А.)

Для создания максимальной реалистичности внешнего вида текстуры, в программе Adobe Photoshop были изменены оттенок и насыщенность фрагментов на повторяющихся модулях, что сбило ритм, системную повторяемость каменных блоков и придало фактуре естественность и натуральность. Повторное наложение текстуры на поверхности 3D модели дало желаемый результат (илл. 6).



Илл. 6. Текстура на фасаде после цветовой корректировки
(авторы: Глазов К. А., Кизилова А. А.)

Вторым вопросом, решение которого должно было придать проекту натуральность, стал выбор фотографии ландшафта, на котором храм смотрелся бы естественно. Среди имеющихся многочисленных ландшафтных фотографий был выбран ракурс, который максимально соответствовал окрестностям поселка Лоо в районе руин храма. Место, где реально находятся ныне сохранившиеся руины, представляет собой заросший лиственным лесом отрог горного массива. По этой причине, был найден ракурс максимально подходящей территории, на которой лес на переднем плане отсутствует так же, как очевидно и было в период, когда храм в Лоо был действующим. Также важно было подобрать задний холмистый фон характерный для предгорных и горных широколиственных грабовых, дубово-грабовых и ясеневых лесов Западного Кавказа.

В результате комбинирования опций программ 3DsMax и Adobe Photoshop была получена визуализация достоверного внешнего вида крестово-купольного храма X в. поселке Лоо на местности (илл. 7).

Заключение

В результате полевых изысканий и завершения работы нашей научной исследовательской группы была получена визуализации облика средневекового храма X в. посёлке Лоо с использованием цифровых технологий для изучения, сохранения и популяризации историко-культурного наследия. Использование текстуры натурального камня идентичного утраченной облицовке средневекового храма и ландшафтного фона соответствующего природно-климатического пояса позволило максимально достоверно отразить бывшее величие археологического памятника. Тем самым нам удалось внести определённый вклад в получение полноценной картины исторического и культурного ландшафта Северо-Западной Колхиды в древности [10]. Результаты исследования можно использовать как самостоятельно, так и интегрировать в ГИС в виде гиперссылок на объекты (3D-модели, видеоролики, планы, разрезы и т.д.).



Илл. 7. Гипотетический вид крестово-купольного храма X в. поселке Лоо
(автор: Кизилова А. А.)

Библиография

1. Сизов В. И. Восточное побережье Черного моря. Археологическая экскурсия // МАК. 1889. Вып. II. 183 с., ил.
2. Анфимов Н. В. Отчет о работе Черноморской археологической экспедиции в 1956 г. // Архив ИА РАН. Р – 1, № 1385.
3. Ковалевская В. Б. Отчёт об археологических исследованиях Сочинского отряда в 1967 г. М., 1968 // Архив ИА РАН. Ф. Р-1. Д. 3694.
4. Воронов Ю. Н. Древности Сочи и его окрестностей. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1979. 112 с.
5. Виноградов А. Ю., Белецкий Д. В. Церковная архитектура Абхазии в эпоху Абхазского царства. Конец VIII–X в. М.: Индрик, 2015. 371 с.
6. Овчинникова Б. Б. Десять лет Лооской археологической экспедиции (1987–1997). В кн.: Известия Уральского государственного университета. № 7. Екатеринбург, 1997. С. 119–123.
7. Скрынникова Е. В., Романов Н. С., Мудров В. Н. Храм в поселке Лоо Краснодарского края // Реставрация и исследования памятников культуры. Вып. IV. М., 2001. С. 34–41.
8. Trebeleva G., Glazov K., Kizilov A., Sakania S., Yurkov V., Yurkov G. Roman Fortress Pitunt: 3D-Reconstruction of the Monument Based on the Materials of Archaeological Research and Geological Paleoreconstructions. // Applied Sciences 2021. T. 11. № 11, 4814. DOI: [10.3390/app11114814](https://doi.org/10.3390/app11114814)
9. Требелева Г. В., Глазов К. А., Кизиллов А. С., Сакания С. М. Применение 3D-фотограмметрии археологических объектов в условиях горной и лесистой местности Западного Кавказа // Труды VI (XXII) Всероссийского археологического съезда в Самаре. Труды съезда. В 3-х томах. Самара, 2020. С. 182–183.

10. Trebeleva G., Glazov K., Kizilov A., Kizilova A., Yurkov V., Yurkov G. Advanced Technologies in Digitizing the Cultural Heritage of Northwestern Colchis: Experience of Markul Expedition // Applied Sciences (Switzerland). 2022. T.12. №4. 2052, DOI: [10.3390/app12042052](https://doi.org/10.3390/app12042052)

References

1. Sizov V. I. The eastern coast of the Black Sea. Archaeological excursion // МАК. 1889. Issue II. 183 p., ill.
2. Anfimov N. V. Reports on the work of the Black Sea archaeological expedition in 1956 // Archive of IA RAS. R – 1, No. 1385.
3. Kovalevskaya V. B. Report on archaeological research of the Sochi region in 1967, Moscow, 1968 // Archive of the IA RAS. F. R-1. D. 3694.
4. Voronov Yu. N. Antiquities of Sochi and its environs. Krasnodar: Krasnodar Book Publishing House, 1979, 112 p.
5. Vinogradov A. Yu., Beletsky D. V. Church architecture of Abkhazia in the era of the Ab-Khaz empire. The end of the VIII–X century. Moscow: Indrik, 2015. 371 p.
6. Ovchinnikova B. B. Ten years of the Leningrad archaeological expedition (1987–1997). In: Proceedings of the Ural State University. No. 7. Edinburgh, 1997. pp. 119–123.
7. Skrynnikova E. V., Romanov N. S., Mudrov V. N. Temple in the village of Loo Krasnodarsky Krai // Restoration and research of cultural monuments. Issue IV. Moscow, 2001. pp. 34–41.
8. Trebeleva G., Glazov K., Kizilov A., Sakania S., Yurkov V., Yurkov G. Roman Fortress Pitiunt: 3D-Reconstruction of the Monument Based on the Materials of Archaeological Research and Geological Paleoreconstructions. // Applied Sciences 2021. T. 11. № 11, 4814. DOI: [10.3390/app11114814](https://doi.org/10.3390/app11114814)
9. Trebeleva G. V., Glazov K. A., Kizilov A. S., Sakania S. M. Application of 3D photogrammetry of archaeological sites in mountainous and wooded areas of the Western Caucasus // In the collection: Proceedings of the VI (XXII) All-Russian Archaeological Congress in Samara. Proceedings of the Congress. In 3 volumes. Samara, 2020. pp. 182–183.
10. Trebeleva G., Glazov K., Kizilov A., Kizilova A., Yurkov V., Yurkov G. Advanced Technologies in Digitizing the Cultural Heritage of Northwestern Colchis: Experience of Markul Expedition // Applied Sciences (Switzerland). 2022. T.12. №4. 2052, DOI: [10.3390/app12042052](https://doi.org/10.3390/app12042052)