



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Наркулов Олмосжон Олтинбекович

докторант

*Самаркандский государственный архитектурно-строительный
университет,
г. Самарканд, Узбекистан*

Аннотация: В статье подчеркивается тот факт, что сохранение памятников архитектуры, реставрация их интерьеров эффективнее когда используется цифровыми технологиями и инновациями. В процессе реконструкции эффективность использования цифровых технологий очевидна и необходимость создания библиотеки трехмерных моделей памятников архитектуры.

Ключевые слова: Лазерное сканирование, объемно-пространственное, трехмерное моделирование, архитектурное, консервация, реставрация, реконструкция, анастилоз, аналитик, ремонт.

ВВЕДЕНИЕ. В мире реставрация памятников архитектуры современными методами является одной из важнейших проблем. В этом направлении более эффективно поддерживается применение цифровых технологий и инноваций при сохранении архитектурных памятников, ремонте внутренних интерьеров и восстановлении стилей уникальных объектов [1]. В настоящее время следует внедрять методы трехмерного моделирования. С помощью компьютерной технологии более точное измерение архитектурных памятников, создание цифровой 3D-модели дает нам полную информацию о здании, внутренних дефектах и другой обновленной информации. Эта информация рассматривается как трехмерная модель для будущей реставрации архитектурных памятников.

В последнее время многие памятники мировой архитектуры были разрушены в результате военных конфликтов и террористических атак (рис. 1). Множество исторических и культурных объектов: мы видим, что некоторые памятники в Ираке, Афганистане, Сирии, Камбодже, Ливии и других странах превратились в руины [1.2]. В афганской долине Бамиан колоссальные статуи Будды, сохранявшиеся на протяжении 15 веков, к сожалению, были разрушены всего за две недели (рис. 2). Многие архитектурные комплексы включены в список Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО. Сегодня перед правительствами этих стран стоит задача их сохранения и реставрации. Кроме того, мировое сообщество также должно поддерживать данную инициативу [1.3].

Цифровые технологии и инновационные технологии могут помочь решить эти проблемы и восстановить памятники. Для этого необходимо создать



библиотеку 3D-моделей, необходимых для реставрации памятников архитектуры.



**Рисунок 1. В исторической части Пальмиры
Храм Бэла (Сирия).**

**Рисунок 2. Статуя
Будды, Бамиан
после катастрофы (Афганистан).**

Цель статьи. Лазерное сканирование памятников архитектуры – современный метод получения объемно-пространственных данных. Используя этот метод, можно получить точную трехмерную цифровую копию объекта путем его сканирования. Использование цифровых технологий (инноваций) в процессе реставрации позволит сделать поставленные задачи более эффективными. По этой причине мы считаем, что методы трехмерного моделирования должны широко внедряться в практику.

Основная часть. Из истории известно, что некоторые объекты культурного наследия превратились в руины в результате воздействия внешней среды и войн. В середине XIX века в реставрационных работах стал появляться ряд проблем. Два из них были очень важны. Первой была проблема, насколько заменить части здания, которые не были построены или исчезли, а второй – проблема отношения к частям, которые были добавлены к зданию в более поздний период. Эти вопросы горячо обсуждались. В связи с этим постепенно формировалась теория реставрации. Английский писатель и критик Джон Рёскин раскритиковал реконструкцию. По его словам, "реставрация подразумевает масштабное и масштабное разрушение памятника". Он пишет: «как труп нельзя воскресить, так нельзя восстановить величие и красоту в архитектуре». По мнению Рёскина, вместо ремонта необходимо постоянно смотреть на памятник, а если это невозможно, то следует довольствоваться наблюдением за тем, что памятник исчезает [1.4].

Французский археолог Адольф Наполеон Дидрон считал, что «необходимо ограничить права реставратора». Он писал, что «здравомыслящий архитектор не должен пытаться достроить неоконченное здание, как поэт не осмеливался записать до конца стихи эпоса «Энеида», художник не решался закончить произведение, которое выполнил Рафаэль». Дидрон также осудил метод «очистки памятника от позднейших пристроек и достижения стилистической



целостности». Он видел, что единственный способ избежать многих ошибок — внимательно изучить средневековое архитектурное наследие Вёль-ле-Дюк. Это было формирование нового исследования, то есть понимания того, что изучение памятников является основой реставрационных работ. Отрицательная сторона этой концепции привела Вёлле-ле-Дюка к неправильному выводу, что исследователь в одиночку может решить любую реставрационную задачу. Подражание оригиналу, копирование с него понималось также как средство предотвращения ошибок. Так, в связи с этим был создан метод «реставрация по аналогии» исторических памятников. Архитектор Виолле-ле-Дюк также был одним из зрелых учёных Франции. Он понимал готику как совершенную инженерную систему. По его мнению, реставрация – это восстановление сломанной системы [1.5].



Рисунок 3. Собор Парижской Богоматери, проект реставрации, Эжен Виолле-ле-Дюк и Жан-Батист Лассю.

Он и его друг Лассю реставрировали церковь Нотр-Дам в Париже (рис. 3). Оба они считали, что необходимо «восстановить былое величие» памятника, и шпиль церкви был восстановлен. Но оно еще не закончено. Виолле-ле-Дюк говорил, что «реставрация — это восстановление части памятника, которой никогда не было» [1.15]. В ходе реконструкции последующие пристройки были удалены, а архитектурный облик здания стилистически восстановлен. Вторым недостатком такой реставрации было смещение акцента с существующего памятника на его идеальный (абстрактный) образ. В конечном итоге пристройки, которые были историческими, но были построены уже после первоначального строительства. Первый архитектор, построивший здание, планировал, но потерпел неудачу, и архитектору, который ремонтировал эту часть, пришлось ее закончить. Именно поэтому этот метод получил название «стилистический или романтический реставрация» и получил распространение в середине XIX века [1.6].



Пессимистические слова литературного критика Джона Рёскина оправдались на практике. В этот период также распространился эклектизм. При этом, чтобы полностью разобраться в ошибках, нужно было учитывать, что реставрация еще не выделен в отдельную сферу. В конце XIX века прошли протесты против стилистического обновления. В результате был сделан вывод, что реставрировать необходимо не то состояние, которое планировал архитектор, а фактическое состояние [I.6].

Уильям Моррис, последователь Рёскина, играет важную роль в формировании новых принципов репарации. Новый взгляд отражен в работе итальянца Камилло Бойто «Практические вопросы изобразительного искусства». По словам Бойто, «подлинность памятника равна подлинности исторического документа». Он не стал полностью отрицать реставрацию, как Рёскин. Камилло Бойто при реставрации памятника выдвинул строгие условия и требования. Важнейшими из этих условий являются: стилистически разграничить начальные и последующие детали, обработать их разными материалами, не придавать мелких деталей, таких узоров, во вновь вводимых деталях. Отреставрированные части в обелиске отделить специальными знаками и надписями, найденные детали выставить перед памятником, установить специальную табличку о проведенном реставрации, составить отчет, сфотографировать проведенные исследовательские и реставрационные работы, распечатать их или оставить в самих памятниках, сделать принятые решения доступными для общественности, наделать много шума. [I.7]. В ходе исследований исследователей аспекты ценности памятников все больше возрастали. Австрийский ученый Алоис Риглу раскрыл социальную ценность памятников и уделил особое внимание не только их эстетической и утилитарной ценности, но и их исторической ценности. По его признанию, ценность представляют не только самые старые части памятника, но и более поздние. Потому что старый вместе со следующим полностью отражает историю. На таких концепциях основан приоритет мер по сохранению. В начале XX века стиль реставрации, отражавший этот взгляд, назывался «археологическим», независимо от того, в какой период он был применен к памятнику. В то время наука археология превратилась в четкую научную систему, и в большинстве случаев архитекторам необходимо освоить археологию. Иногда археологи даже проводили реставрации [I.7]. Одним из факторов появления этого процесса в реновации стали изменения в архитектуре. На смену использованию старых стилей пришло движение за разработку новых форм и образов в архитектуре. В уставе реновации, подготовленном Ле Корбюзье и Добиньи на международном конгрессе архитекторов, проходившем в Афинах в 1933 г., есть такие положения: «следование эстетическим требованиям и использование стилей прошлого имеет опасные последствия» [I.5]. Итальянец Густаво Джовано разрабатывает



основные принципы археологического реставрации. Его теоретические взгляды были написаны в 1931 году. Таким образом, реставрационный устав становится одним из основных документов Италии. В отличие от Бойто, Дж. Джовано делит памятники на два: «живые» и «мертвые», т.е. использованные и неиспользуемые памятники: Дж. Джовано делит виды реставрация не в зависимости от того, какой памятник выполнен, а от того, как он готово. Он разделил реставрацию на пять видов: усиление-консервация, анастилоз, вскрытие, заполнение и возобновление [I.5].



(рис. 4). Акрополь Афин

Основными методами восстановления Г. Джовано считал укрепление и анастилоз. Он рекомендовал открывать и заполнять контейнеры с осторожностью (рис. 4). В «Реставрационном уставе» также указано: «любые элементы, представляющие художественную и историческую ценность, независимо от того, к какому периоду они принадлежат, должны быть сохранены» [I.5]. В 1931 году в Афинах прошла первая международная конференция ремонтников. Ее решение соответствует Итальянской Хартии ремонта. Хотя было признано, что реставрация может быть различной, общее направление устава оставалось неизменным: памятник не следует восстанавливать полностью. В уставе сказано: «Ко всем историческим и художественным произведениям прошлого рекомендуется относиться с уважением и не терять стиля какой-либо эпохи лишь в том случае, если их невозможно не отреставрировать». В конечном итоге будет решена теория и практика археологического реставрацию [IV.15]. В то же время решения конференции пытались устранить недостатки, присущие археологическому реставрацию. При археологической реставрации памятник будет напоминать музейный экспонат. Конференция вынесла несколько рекомендаций в качестве меры против указанного недостатка. Например, используя его для продолжения жизни памятника, бережно сохраняя окрестности памятника и облик города, в том числе пропагандируя памятник в образовательных программах [I.5]. Такие рекомендации получили широкое распространение только после Второй мировой войны. Помимо охраны архитектурного наследия, необходимо восстанавливать разрушенные сооружения по принципу реставрации. Эксперты расходятся во мнениях о целесообразности восстановления разрушенных

памятников. После Второй мировой войны многие исторические памятники были практически полностью разрушены, а затем восстановлены [1.8].

3D сканирование объектов. Это позволяет хранить в электронном виде подробную информацию об архитектурном сооружении с учетом топографии местности. При этом полученная информация может быть использована в различных компьютерных программах для планирования реконструкции, реставрация и строительных работ. Современные программы создают системы данных, совместимые с Autodesk, AVEVA, AutoCAD, Intergraph и другими инструментами цифрового проектирования. Лазерный сканер является инструментом восстановления разрушенных и поврежденных конструкций благодаря своей универсальности и высокому уровню автоматизации процессов измерения (рис. 5). Лазерный сканер позволяет получить данные быстро и точно. Управление работой лазерного сканера осуществляется с помощью ноутбука или планшета с набором программ или с помощью сенсорной панели управления, встроенной в сканер.



Рисунок 5. Лазерный сканер Trimble SX10.

Программные обеспечения, используемые в технологии лазерного сканирования, можно разделить на следующие группы:

1. Программа управления (регулировка размеров сканирования, секторы сканирования путем визуального выделения объектов, режим сканирования, режим работы цифровой камеры; визуализация сканирования в реальном времени; контроль полученных результатов; обнаружение возможных неточностей);

2. Программное обеспечение для создания одноточечной модели (объединение сканирования; внешнее направление сканирования; визуализация точечной модели);

3. Программное обеспечение для создания трехмерных моделей и двухмерных чертежей по данным сканирования (создание модели сканируемого объекта с использованием простых геометрических объектов; строительные чертежи; проведение измерений; длина, диаметр, площадь и объем объектов; визуализация построенных объектов). модель);

4. Сложное программное обеспечение (все функции управляющей программы; создание точечной модели; построение трехмерных моделей и двухмерных изображений на основе данных лазерного сканирования поверхности земли). Трехмерное сканирование объектов позволяет создавать



цифровые модели не только отдельных зданий и сооружений, но и целых комплексов или территорий. С его помощью можно получить точную информацию при работе со сложными архитектурными формами. Это позволяет широко использовать метод для реставрации и реставрации памятников архитектуры. При восстановлении здания необходимо контролировать процесс реконструкции, который эффективен при использовании этого метода. Это позволяет получить цифровую модель конструкции на каждом этапе с высокой точностью [1.11].

Реставрация памятников архитектуры и лазерное сканирование объектов. При лазерном сканировании сложных архитектурных форм возникают определенные трудности, связанные с автоматической передачей данных в программы компьютерного моделирования. Это связано с тем, что в большинстве этих приложений изображены здания только самых простых геометрических форм. Это означает, что при моделировании памятников архитектуры необходимо вручную передавать данные, полученные при сканировании местности. Для получения полной картины необходима работа эксперта, который сможет выбрать нужные точки и спланировать сеансы сканирования, а также задействовать другие методы сбора информации об объекте. Например, аэросканирование, использование фотографии и аэрофотосъемки, мобильное сканирование. Конечно, не следует забывать и о сборе традиционных данных, а именно: исторических документов, рисунков, фотографий и видеофайлов. Если разрушение произошло недавно, то для процесса восстановления необходимо привлечь свидетелей, видевших этот объект в целостности и сохранности. Именно это было сделано при восстановлении объектов культурного наследия Сирии в Дамаске и Алеппо (рис. 6). Однако в некоторых памятниках приходится задействовать все возможные методы сбора данных для построения трехмерной модели объекта реставрации, поскольку там реставрационные работы приходится начинать практически с нуля. Только тогда можно будет тщательно создать архитектурный комплекс, максимально напоминающий реальный объект до разрушения. В качестве примера можно привести процесс реконструкции города Герат в Афганистане. На протяжении всей долгой истории города Герат находился под влиянием различных империй Центральной Азии, но оставался центром науки, культуры и торговли. Основная историческая часть города — мечеть Джоме Джума (рис. 7), которой 800 лет. Великая мечеть в Герате (Jome Juma Mosque) признана объектом всемирного культурного наследия. При восстановлении сложного декора мозаики специально реставрировали старые мозаичные части (рис. 8). Работы ведутся с 1943 года и продолжаются уже давно. В ходе реставрации удалось сохранить первоначальный вид южного фасада мечети.



**Рисунок 6. Мозаика в мечети Омейядов
Герате.**

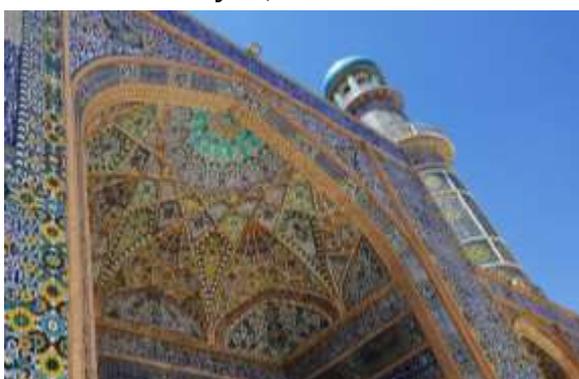
обложка, Дамаск (Сирия)

Автоматическое лазерное сканирование архитектурных элементов мечети с фрактальной поверхностью весьма затруднительно [1.9]. Подобные структуры требуют тщательного исследования, так как здесь показаны фрактальные поверхности, которые трудно сканировать (рис. 9). Но чтобы его сохранить, необходимо создать цифровую библиотеку с использованием методов трехмерного моделирования, особенно для объектов с нестабильной политической ситуацией и возможностью военных конфликтов.



Рис. 7. Мечеть Джаме в

Афганистан.



**Рисунок 8. Мозаика Большой мечети
Джамиля**

Джаме вид, Герат, (Афганистан).



Рисунок 9. Мозаика в мечети

Хайон, Мешхед (Иран).

Хотя лазерное сканирование зданий и сооружений не является полностью автоматическим процессом, оно позволяет избежать трудоемких задач и позволяет выполнять сложные измерения одним нажатием кнопки. Однако современные методы восстановления и анализа могут включать в себя другие технологии. Например, метод сканирующей лазерной сканирование позволяет определить скрытые дефекты конструкции внутри памятника искусства и какое сырье было использовано [1.10].

Заключения. Актуальность и важность восстановления архитектурных комплексов определяется тенденцией их разрушения в результате военных конфликтов. Такое разрушение архитектурных комплексов означает, что будущие поколения смогут увидеть эти объекты лишь частично, и то только на



фотографиях и видеоматериалах. Архитекторы всего мира пришли к выводу, что здания мирового культурного наследия должны видаться наяву и помнить историческое прошлое. Распространено мнение, что без прошлого нет будущего. Все эти памятники архитектуры являются достоянием всего человечества. Их следует спасти только совместными усилиями. Сегодня существует ряд инновационных технологий, которые можно использовать при реставрации сооружений и архитектурных элементов. Например, существуют технологии трехмерного моделирования, которые могут заменить традиционные архитектурные измерения. Они обеспечивают более точную геометрию элементов любого размера и сложной формы, что позволяет осуществлять цифровое воспроизведение архитектурных объектов. Полученные трехмерные модели легко сохраняются для последующей реставрации, создаются картограммы памятников с указанием всех дефектов, состояния устройств и конструкций, файлы с другой необходимой информацией. Эти технологии требуют полного трехмерного моделирования объектов для разных методов и разных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Эжен Эммануэль Виолле-ле-Дюк, архитектор. История мировой архитектуры (издательство АСТ, 2018).
2. Б.В. Веймарн, Искусство арабских стран и Ирана, 7-17 вв. (Art Publishing, 1974).
3. М.А. Полякова, Охрана культурного наследия в России (Издательство Дрофа, 2005).
4. Подъяпольский С. и др. Реставрация памятников архитектуры. -М., 1988
5. Михайловский Е. Реставрация памятников архитектурѹ. Развитие теоритических концепций. М., 1971
6. Архитектура ёдгорликларини таъмирлаш. – Тошкент, 2002.
- 7.Пўлатов Х. Ёролов А. Архитектура ёдгорликларини таъмирлаш ва қайта қуриш. – Тошкент, 2007.
- 8.Уралов А.С., Ҳаққулов А.Ғ., Абдураимов Ш.М. **Архитектура ёдгорликларини таъмирлаш ва қайта тиклаш тамойиллари.** Монография. - Самарқанд, 2020.
9. С.Б. Языева, И.А. Маяцкая, И.В. Кашина, А.Н. Нестерова, Материаловедение и инженерия, 698(3), 033046 (2019).
10. А.С. Колодяжный, В.Л. Мищенко, А.С. Щеглов, А.А. Щеглов, Инженерные изыскания памятников архитектуры (Издательство АСВ, 2018).
11. И. Маяцкая, С. Язева, Веб-конференция E3S 281, 02017 (2021)

I. Интернет сайты:



1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Храм_Баала_в_Пальмире#/media/Файл:Temple of Bel, Palmyra 02.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Храм_Баала_в_Пальмире#/media/Файл:Temple_of_Bel,_Palmyra_02.jpg)
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Бамианские_статуи_Будды
3. <https://kulturologia.ru/blogs/261021/51343/>
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Афинский_Акрополь
5. <https://gtdv.uz/product/taheometr-trimble-sx10-2/?>
6. <https://telegra.ph/U mavijlar-maszhidi-Damashq-Suriya-06-15>
7. <https://www.google.com/search?q=Буюк+собор+масджидининг+мозаика+cutinishi,+Герат,+Афганистан>
8. <https://www.google.com/search?q=Буюк+собор+масджидининг+мозаика+cutinishi,+Герат,+Афганистан>
9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128102017>