

Р.Т.Пардаев, Б.Юлдашова

Преподаватель, Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет, Самарканд, Узбекистан.

УДК: 721.7

В КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЯХ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ ВАЖНОСТЬ И АКТУАЛЬНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: В данной статье рассматривается важность сохранения памятников архитектуры Узбекистана и роль современных технологий в процессе реставрации. Также подчёркивается важность совместного подхода, сочетающего традиционные методы строительства с современными технологиями для достижения цели сохранения ценных объектов наследия.

Ключевые слова: памятники архитектуры, цифровые технологии, туристический потенциал, дополненная реальность, виртуальная реальность, технология лазерного 3D сканирования, электронная библиотека.

Abstract: This article discusses the importance of preserving the architectural monuments of Uzbekistan and the role of modern technologies in the restoration process. It also highlights the importance of a collaborative approach that combines traditional construction methods with modern technology to achieve the goal of preserving valuable heritage sites.

Key words: architectural monuments, digital technologies, tourism potential, augmented reality, virtual reality, 3D laser scanning technology, digital library.

Введение. Сегодня в Узбекистане под охраной государства находятся 2264 памятника архитектуры. Эти цифры показывают, насколько высок наш туристический потенциал. Именно поэтому сохранение исторических памятников является для нас одной из задач, которую нельзя откладывать [2].

Конечно, ни для кого не секрет, что этот вопрос является деликатным и сложным для каждого специалиста в этой области. Основная причина этого в том, что потребность в ремонте и реставрации исторических памятников отличается от обычных строительных работ как по процессу, так и по характеру работ.

Методы. Исследования показывают, что реконструкции - реставрационные работы, проводимые в последние годы на объектах культурное наследие, не организованы должным образом: поспешные, некачественные и неквалифицированные реставрации иногда не восстанавливают историческую аутентичность и высокий художественный облик памятников архитектуры. Негативное влияние на международный имидж памятников архитектуры и туристическую отрасль страны [1]. Яркий пример тому – Самарканд и Шахрисабз, где были проведены крайне непрофессиональные реставрационные работы, могут быть исключены из списка Всемирного наследия. Для информации, тот факт, что объект в Шахрисабзе был внесены в «Список предупреждений» – «Всемирное наследие под угрозой» в 2016 году является ярким подтверждением нашего вышеизложенного мнения. Понятно, что отрасль нуждается в

инновациях и инновационных идеях, радикально отличающихся от используемых на практике методов и подходов.

Учитывая вышеизложенные факторы, внедрение цифровых технологий при сохранении, реконструкции и реставрации исторических памятников в нашей стране в кратчайшие сроки обеспечит высокую эффективность решения перечисленных проблем.

Использование цифровых технологий при реставрации исторических памятников стало популярным в развитых странах Европы и показывает свою эффективность. Стоит отметить, что цифровые технологии не являются чем-то совершенно новым в этой сфере в нашей стране, например, 3D-реконструкцию некоторых объектов провел Т.Нурулин, более того, с 14 июня 2021 года «Новое О» будет запущено в нашей стране. В рамках программы «Янги Нигох» стартовал новый проект по оцифровке памятников в формате 3D.

Этот проект будет реализован преимущественно в Самарканде. Среди наших исторических памятников для оцифровки были выбраны мавзолей Гури-Эмир, мечеть Биби-Ханым, древнее поселение Афросиаб, обсерватория Улугбека, площадь Регистан и мавзолей Джума. С помощью передовых технологий можно выполнить цифровую реконструкцию наших исторических памятников и отобразить их в формате VR (виртуальной реальности).

Предложение. Но насколько разработка человеком 3D-модели исторического объекта с помощью графики решает проблему, и насколько модель может показать подлинность памятника, и вообще, в чем заключается решение с точки зрения зрения на строительство? Отвечая на эти вопросы, можно сказать, что переход к использованию лазерного 3D-сканирования и технологий VR+AR, что является новейшим и наиболее продвинутым этапом использования цифровых технологий, и использования этих технологий для создания цифровой базы данных высокого разрешения. Из всех памятников нашей страны (библиотека) будет самым правильным способом.

В чем разница между лазерным 3D-сканированием и VR+A? Лазерное сканирование — современный метод получения пространственных (объёмных) данных, позволяющий получить точную трёхмерную цифровую копию сканируемого объекта. Используя этот метод, можно сохранить памятники архитектуры, а также восстановить необходимые уникальные комплексы. Это направление включает в себя новые возможности, особенно в сфере реставрации и сохранения объектов архитектурного наследия, что сегодня является одной из наиболее актуальных проблем.

Лазерное сканирование позволяет создать детальную 3D-модель объекта. Позволяет хранить подробную информацию об архитектурном сооружении в электронном виде с учётом топографии местности. При этом полученная информация может быть использована в различных компьютерных программах реконструкции, ремонта и планирования строительных работ. Создает системы данных, совместимые с современным программным обеспечением Autodesk, AVEVA, AutoCAD, Intergraph и другими инструментами цифрового проектирования. Благодаря своей универсальности и высокому уровню автоматизации измерительных процессов лазерный сканер является наиболее эффективным инструментом восстановления разрушенных и реконструируемых конструкций. Управление работой лазерного сканера осуществляется с помощью ноутбука или планшета с набором программ или с помощью сенсорной панели управления, встроенной в сканер.

В свою очередь, программные продукты, используемые в технологии лазерного сканирования, можно разделить на группы:

1. Управляющее программное обеспечение (настройка разрешения сканирования, секторы сканирования путем визуального выделения объектов, режим сканирования, режим работы цифровой камеры; визуализация сканирования в реальном времени; управление полученными результатами; обнаружение возможных неточностей);
2. Программное обеспечение для создания единой точечной модели (объединение сканеров; внешнее направление сканирования; визуализация точечной модели);
3. Программное обеспечение для создания трехмерных моделей и двухмерных чертежей на основе сканированных данных (создание модели сканируемого объекта с использованием простых геометрических объектов; построение чертежей; проведение измерений: длины, диаметра, площадей и объемов объектов; построение модели);
4. Комплексное программное обеспечение (все функции управляющего ПО; создание точечной модели; построение трехмерных моделей и двухмерных чертежей на основе данных лазерного сканирования 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 его для проектов реставрации памятников архитектуры. Используя этот метод, необходимо контролировать процесс восстановления и реконструкции здания. Причина в том, что на каждом этапе можно получить цифровую модель конструкции высокого разрешения [3].

Реставрация архитектурных комплексов и лазерное сканирование сооружений. При сканировании лазером сложных архитектурных форм возникают определенные трудности 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 данные, полученные при сканировании грунта, необходимо передавать вручную. Для получения полной картины необходима работа эксперта, который сможет выбрать правильные точки для съемки и спланировать сеансы сканирования, а также задействовать другие методы сбора информации об объекте. Например, с помощью аэросканирования, аэрофотосъемки, мобильного сканирования. И, конечно, не следует забывать традиционный сбор данных: исторические документы, рисунки, фотографии и видеофайлы. Если разрушение произошло недавно, то к процессу восстановления уместно привлечь свидетелей, видевших этот объект в целостности и сохранности.

VR (Виртуальная реальность) + AR (Дополненная реальность) – это комбинированная технология виртуальной (цифровой) реальности + технологий дополненной (дополнительной) реальности, и сегодня эта технология применяется не только в архитектуре и строительстве, но и в медицине, успешно применяется в военной промышленности, компьютерная графика, телевидение и многие другие области.

Дополненная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR) являются одними из наиболее эффективных инструментов, которые можно использовать при реставрации памятников архитектуры. Некоторые из преимуществ использования технологии AR/VR:

1. Визуализация: технология AR/VR может обеспечить реалистичное изображение отреставрированного памятника, позволяя архитекторам и инженерам увидеть, как будет выглядеть готовая конструкция, прежде чем будут выполнены какие-либо работы. Это помогает уменьшить количество ошибок и гарантирует, что конечный результат будет таким, как ожидалось;
2. Моделирование. Технология AR/VR позволяет моделировать различные условия освещения, погодные условия и другие факторы окружающей среды, чтобы предсказать, как отреставрированный памятник будет выглядеть в различных условиях. Это помогает планировать будущее обслуживание и хранение;
3. Обучение. Технология AR/VR может использоваться для обучения работников сложным методам реставрации, позволяя им практиковаться в моделируемой среде перед работой над реальным памятником;
4. Доступность: технология AR/VR позволяет людям, которые не могут физически посетить отреставрированный памятник, испытать его виртуально. Он служит повышению осведомленности и пониманию объектов культурного наследия населения;
5. 3D-принтер. Возможность печати моделей любого размера на 3D-принтере позволяет печатать эти объекты от формы сувенирной игрушки до натурального размера или даже большего размера. От того, что модель памятника, напечатанная в небольшом размере, становится брендом, выражающим символ его или региона, где он расположен, использование разработанных с высокой точностью моделей на международных форумах или выставках, в уникальной сильной рекламе. эффект, привлекает туристов, позволяет привлечь больше внимания. Также печать сложных элементов объекта, которые невозможно повторить, и использование их в ремонтных работах помогает сохранить первоначальное состояние объекта с художественной и эстетической точки зрения.

Мировой опыт. При реставрации памятников архитектуры технологии цифровых технологий, такие как лазерное 3D-сканирование и VR+AR, позволяют подробно и точно документировать существующие конструкции, а также помогают архитекторам и реставраторам более точно планировать и проводить реставрационные работы. Вот несколько примеров того, как цифровые технологии могут быть использованы в проектах реставрации:

1. Колизей, Рим. В 2016 году Колизей в Риме подвергся масштабному проекту реставрации, в ходе которого с помощью лазерных 3D-сканеров была создана подробная карта всей конструкции. Эта информация затем была использована для создания 3D-модели Колизея, что позволило архитекторам более эффективно планировать реставрационные работы[4];
2. Ангкор-Ват, Камбоджа: При реставрации храмового комплекса Ангкор-Ват в Камбодже с помощью 3D-лазерного сканирования была создана очень подробная карта сооружений, которая помогла выявить участки, нуждающиеся в ремонте. Эта

технология также использовалась для создания 3D-моделей отдельных элементов храмов, таких как резьба и скульптура [5].

3. Собор Святой Софии, Стамбул. Музей Святой Софии в Стамбуле недавно прошел проект реставрации с использованием 3D-лазерного сканирования и моделирования для создания цифрового архива здания. Этот архив содержит очень подробные 3D-модели интерьера и экстерьера здания, а также тысячи изображений с высоким разрешением [6].

4. Нотр-Дам де Пари, Париж: После разрушительного пожара в Нотр-Даме в 2019 году архитекторы и реставраторы использовали 3D-лазерное сканирование и моделирование, чтобы создать подробную карту интерьера и экстерьера церкви.

Экспериментальный проект. Ниже, исходя из принципов реконструкции и реставрации памятников и законности этих технологий, на основе исторических источников разработана экспериментально восстановленная 3D модель части архитектурно-археологического комплекса «Ахсикент», расположенного в Наманганской области.

Основанная на принципах реконструкции и реставрации памятников архитектуры, модель имеет разные текстуры, чтобы четко различать существующую часть здания и части, созданные дополненной реальностью. Как уже говорилось, если эти текстуры использовать в оригинальном виде на основе исторических источников, мы сможем узнать первоначальный вид здания на момент его постройки. Кроме того, у нас будет возможность совершить виртуальную экскурсию по модели, разработанной с помощью этих технологий.

Заключение. На основании вышеизложенной информации можно сказать, что использование цифровых технологий, в частности лазерного 3D сканирования и технологий AR+VR, в проектах консервации, ремонта и реставрации памятников архитектуры – это не только очень высокая точность и эффективность, начиная с момента строительства объекта до наших дней, все так, как он выглядел в определенный период, преодолевая барьер времени и позволяя ощутить окружающую среду и атмосферу того выбранного периода. Эти факторы повышают туристическую привлекательность в десятки раз и создают основу для получения постоянного финансового источника для восстановления объектов. Одним словом, это может внести огромный вклад в полную реализацию туристического потенциала, что, в свою очередь, положительно скажется на экономическом развитии нашей страны.

Литературы:

1. Салимов А. - «Сохранение и использование памятников архитектуры в Узбекистане». Монография. Изд. "Наука". - Т., 2009. 288 с.

2. <https://madaniymeros.uz/object>;

3. <http://photogram-metria.ru/10-about-photogrammetria-company>;

4. <https://ianus.co/en/portfolio/the-colosseum-rome/>;

5. <https://scientificrussia.ru/articles/novye-metody-issledovaniya-otkryvayut-novyj-angkor-vat>;

6. https://www.researchgate.net/publication/355884358_Preliminary_Evaluation_of_the_Terrestrial_Laser_Scanning_Survey_of_the_Subterranean_Structures_at_Hagia_Sophia;
8. Fozilova, Z. Q. (2023). Irrigation System of Samarkand City. *Journal of engineering, mechanics and modern architecture*, 2(2), 64-68.
- 9 Fozilova, Z. Q. (2023). Samarqand shahrining bosh rejalari tahlili. *Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali*, 2(1), 117-122.
10. Салохиддинова, Д. З., Каюмов, Х. И., & Фозилова, З. К. (2023). ПРОБЛЕМЫ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА САМАРКАНДА И ЕЕ РЕШЕНИЯ. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN*, 300-305.
11. Салохиддинова, Д. З., & Каюмов, Х. И. (2012). Мавзолей Саманидов в загадках и легендах: инженерные приёмы шедевра архитектуры Узбекистана. In *Материалы международной конференции “Современная архитектура и инновации*.
12. Фозилова, З. К., & Каюмов, Х. И. (2023). САМАРКАНД-ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN*, 249-253.
13. Fozilova, Z. Q. (2023). Samarqand shahrining bosh rejalari tahlili. *Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali*, 2(1), 117-122.
14. Fozilova, Z. Q., & Xamroqulov, O. (2023). SHAHARSOZLIKDAGI MILLIY-TARIXIY AN'ANALAR. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN*, 245-248.
15. Fozilova, Z. Q., Xamroqulov, O., & Yorqulov, F. I. (2023). O'ZBEKISTONDA EKOTURIZM MARSHRUTLARINI RIVOJLANTIRISH TAMOYILLARI. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF ARTS AND DESIGN*, 258-262.
16. Salokhiddinova, D. Z., Kayumov, H. I., & Fozilova, Z. K. (2023). Problems of development of the city of Samarkand and its solutions. *central asian journal of arts and design*, 333-338.
17. Kayumov, H. I., & Fazilova, Z. K. (2023). Organization of traffic flow and optimization of underground-overground passages. the importance of studying optimization of the road transport network in the training of architects–urban planners. *journal of engineering, mechanics and modern architecture*, 477-482.
18. Rakhmanova, M. B. (2023). TRADITIONAL ARCHITECTURAL FORMS IN MODERN BUILDINGS IN UZBEKISTAN. *JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE*, (2), 241-244.
19. Xayitboyev, N. K., & Pardayev, R. T. (2023). O'zbekistonda an'anaviy turar-joy binolarining shakllanish bosqichlari. *Central asian journal of arts and design*, 254-257.
20. Dostonov, A. S., & Xayitboyev, N. K. (2024). SHAHARSOZLIK EKOLOGIYASI MUAMMOLARI VA ULARNING ZAMONAVIY YECHIMLARIDA “AQLLI SHAHAR” LARNING ORNI. Interpretation and researches.
21. Pardayev, R. T., & Khayitboyev, N. K. (2023). Principles of formation of domes of architectural monuments of the city of samarkand. *Central asian journal of arts and design*, 363-365.
22. Bolikulovich, K. M., & Po'latovich, M. B. (2024). CALCULATION OF THE TEMPERATURE FIELD OF EXTERNAL ENCLOSING STRUCTURES USING THE FINITE DIFFERENCE METHOD. *Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology (2995-486X)*, 165-169.
23. Shukurov, G., Bolikulovich, K. M., Holiyevich, F. F., Ilxomiddinovich, K. J., & Rizki, M. A. (2024, July). Innovative solutions for the use of aerated concrete blocks in residential buildings. In *AIP Conference Proceedings (Vol. 3167, No. 1)*. AIP Publishing.
24. Mamadaliyev, X. E., & Fazilov, F. X. (2024). Prospects for the Use of Coal Ash in the Construction Industry. *International Journal of Scientific Trends*, 3(2), 45-48.