

О НОВЫХ МЕТОДАХ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ СОХРАНЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ГОРОДОВ РОССИИ

УДК: 72.01:004.9

Шифр научной специальности: 2.1.11

DOI: 10.47055/19904126_2024_4(88)_4

Садыкова Лейсан Ирековна

аспирант кафедры теории и истории архитектуры и искусств.
Научный руководитель: доктор архитектуры, профессор Л.П. Холодова,
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова,
Россия, Екатеринбург,
e-mail: architectoramineva@mail.ru

Холодова Людмила Петровна

доктор архитектуры, профессор,
Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова,
Россия, Екатеринбург,
e-mail: lph@usaaa.ru

Аннотация

Если ранее базовым элементом сохранения архитектурно-исторической среды была материальная ценность, то современная концепция сохранения дополняется ментальной ценностью, социальной ценностью, идентичностью. В работе проанализированы законодательные акты, положения и методические рекомендации об обнаружении и сохранении памятников архитектурного наследия, действующих в России и за рубежом, а также показаны новые методы цифровизации в процессе сохранения уцелевшего или уже физически утраченного архитектурного наследия, такие как дополненная и виртуальная реальность, блокчейн и метавселенная.

Ключевые слова:

объекты архитектурного наследия, невзаимозаменяемые токены, глобальные тренды цифровизации, метавселенная, блокчейн

ON DIGITALIZATION METHODS IN THE CONSERVATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE IN RUSSIAN CITIES

УДК: 72.01:004.9

Шифр научной специальности: 2.1.11

DOI: 10.47055/19904126_2024_4(88)_4

Sadykova Leysan I.

Doctoral student, Subdepartment of Theory and history of architecture and art.
Research supervisor: Professor L.P. Kholodova, Doctor habil. (Architecture),
Ural State University of Architecture and Art,
Russia, Yekaterinburg,
e-mail: architectoramineva@mail.ru

Kholodova Lyudmila P.

DSc. (Architecture), Professor,
Ural State University of Architecture and Art.
Russia, Yekaterinburg,
e-mail: lph@usaaa.ru

Abstract

Whereas previously the basic element of architectural and historical heritage conservation was material value, the modern concept of heritage conservation is enhanced by mental value, social value, and identity. The paper reviews Russian and international legislative acts, regulations and guidelines on the identification and preservation of architectural heritage and demonstrates the use of novel digitalization methods in the conservation of surviving or physically lost architectural heritage.

Keywords:

architectural heritage, non-fungible tokens, global trends of digitalization, metaverse, blockchain

Введение

Имеющиеся возможности сохранения архитектурной памяти с помощью современных информационных технологий позволяют нам иначе отнестись к самому процессу сохранения. Может существовать два класса сохранения: натурное и виртуальное. В каждом классе может быть несколько разрядов или уровней, и, кроме того, уже существует методика дополненной реальности. Мы имеем возможность использовать обычный смартфон и «увидеть» сооружения, когда-либо существовавшие на этом месте, но давно снесенные. Эту сторону сохранения памятников архитектуры, культуры, истории мы очень медленно осваиваем. Кроме того, фиксирование памятника в виде чертежей и описаний в России не считается методом сохранения архитектурного памятника. К сожалению, пока в наших архитектурных школах цифровым методам сохранения памятников уделяется мало внимания [1, 2].

Объекты архитектурного наследия в системе меняющейся инфраструктуры окружающей среды во времени постепенно утрачивают свой первозданный облик, актуальность, целостность конструкций, функциональное предназначение, что особенно ярко демонстрирует необходимость сохранения объектов наследия. В последние десять лет переход к цифровому методу работы с объектами капитального строительства приобретает обязательный характер, в то время как сохранение архитектурного наследия все еще находится на стадии поиска компромисса между аналоговым и цифровым сохранением. Интерес к сохранению архитектурного наследия и поиску новых междисциплинарных реставрационных приемов возрастает как в научной, так и в практической деятельности. Возможность применения современных цифровых технологий и разработка концепции сохранения архитектурного наследия с их использованием являются интересной и одновременно сложной задачей [3, 4].

Цель исследования – разработать концепцию сохранения объектов архитектурного наследия с использованием прорывных технологий цифровизации.

Методика исследования

Используя общенаучные методы, сравнительный анализ научных источников информации, проведенный на базе цифровых библиотек Researchgate, DisserCat, CyberLeninka, GoogleАкадемия, цифровых и историко-архитектурных методов результатами работы явились:

1. Проведенный анализ отечественного и зарубежного опыта сохранения архитектурного наследия.

2. Формулирование тенденций развития подходов к сохранению объектов архитектурного наследия.
3. Разработка концепции сохранения объектов архитектурного наследия с использованием цифровых технологий.

Опыт и проблемы сохранения объектов архитектурного наследия в отечественной и международной практике.

Сохранение объектов архитектурного наследия (далее ОАН) сопровождается поиском новых либо дополнением классических методов в условиях развития глобальных процессов во времени. В концепциях сохранения объектов наследия прослеживаются характерные факторы, которые обладают специфическими критериями, позволяющими выделить их в отдельные группы: законодательные, методические и исторические. Законодательные факторы основываются на последовательности и периодизации принятых нормативно-правовых актов и их связи с историческими событиями и применяемыми концепциями сохранения. Методические факторы отображают используемые методы и средства для сохранения наследия. Мероприятия для сохранения наследия особенно зависят от технологий и финансирования процессов восстановления объектов наследия. Исторические факторы позволяют проанализировать предпосылки и следствия во времени, которые импульсно влияют на процесс формирования законодательных и методических факторов. В связи с необходимостью инвестирования реставрации и реабилитации объектов наследия проблема сохранения этих объектов остается даже при тщательно проработанной регламентной базе. Уязвимое положение объектов наследия в городской инфраструктуре сохраняется также по причине столкновения интересов застройщиков и охранных органов, в результате юридических разбирательств которых возможна полная утрата объектом наследия своего статуса.

Вышеизложенные факторы позволили выявить основные проблемы содержания и использования объектов культурного наследия, которые подчеркивают, что объекты наследия физически сохранить сложно, и в случае утраты объекта о нем остается только документация и историческая справка. Следует обратить внимание на то, что методы сохранения объектов зависят от технологического развития как в международной, так и в отечественной теории и практике сохранения наследия [5]. Например, влияние бурного технологического роста и урбанизации в конце XIX – начале XX в. спровоцировало переоценку методов сохранения наследия, промышленный и технологический рост в XX в. сместил акцент сохранения наследия на консервационные подходы, перепрофилирование объектов наследия, в конце XX в. с ростом цифровых технологий возрастает заинтересованность в формировании реестра объектов наследия, а также в реконструктивных подходах, культурном туризме. Наконец, с начала XXI в. до настоящего времени рост технологий и цифровизация продолжают наравне с поиском новых цифровых принципов сохранения наследия [6].

Тенденция развития сложившихся подходов к сохранению объектов архитектурного наследия

В современной научной литературе на базе цифровых библиотек Researchgate, DisserCat, CyberLeninka, Google Академия особое внимание уделяется поиску новых технологий для сохранения объектов наследия. Авторы рассматривают возможности применения технологий дополненной, виртуальной реальности, блокчейна, метавселенной.

Концепции, освещенные в литературных источниках, условно разделены на три группы:

– классические подходы;

- комбинирование классических и цифровых концепций;
- применение цифровых технологий.

В классических концепциях рассматриваются теоретические подходы к пересмотру существующих базисных парадигм на фоне необходимости новых научных взаимодействий [7, 8]. Авторы выявляют недостаточную изученность теоретического осмысления проблем работы с наследием, необходимость построения современной концепции охраны памятников, потребность в сохранении и использовании определенных категорий наследия и системно сформулированных критериев оценки объектов [9, 10, 11]. Важен и социальный вклад, так как он позволит диагностировать существующие отношения между обществом и окружающей средой и станет индикатором для иллюстрации принципов выбранной стратегии сохранения объекта [12].

В цифровых концепциях раскрываются возможности применения технологий для ускорения работ и повышения точности получаемых данных. Основной упор делается на цифровую систему документирования на основе связи документации с цифровой базой данных, формирование цифровой модели объекта, а также создание виртуальной экспозиционной инфраструктуры [13–15]. Необходимо широко использовать лазерное сканирование для предварительной проработки исходных данных. Среди работ данной группы раскрыты теоретические расчеты использования криптографии для интеграции с методологией разработки бизнес-моделей туризма и применение сертификатов NFT для сохранения авторского права загружаемого в блокчейн контента [16,17].

NFT (non-fungible token) – невзаимозаменяемый токен, уникальный вид криптографических токенов.

Комбинированные концепции позволяют решать узкоспециальные проблемы благодаря гибриднему сочетанию классических и цифровых приемов. Например, создание цифрового двойника существующего объекта значительно повышает информативность в случае выявления коллизий и эффективное управление элементами модели [18]. Благодаря искусственному интеллекту можно структурировать данные и, используя различные конфигурации, получать статистический анализ данных [19].

Концепция сохранения объектов архитектурного наследия с использованием цифровых технологий

Сохранение ОАН находится на этапе адаптации к новым цифровым условиям. В зарубежных и отечественных публикациях часто фигурируют наименования технологий, концепции их применения. Например, авторы предлагают блокчейн как хранилище культурных объектов [20], информационное моделирование этапов жизненного цикла объектов [21], виртуальные туры [22], дополненную реальность для фиксации изменений объекта во времени [23] и даже метавселенные с продуманными сценариями взаимодействия пользователей с цифровыми объектами и интерфейсом [24].

Основные технологии, представляющие интерес в рамках данного исследования: дополненная реальность, виртуальная реальность, блокчейн, невзаимозаменяемые токены, метавселенная, Building Informational Modelling. Далее представлен обзор этих технологий.

Технологии дополненной реальности и виртуальной реальности.

Технология AR (augmented reality) – дополненная реальность, которая предоставляет пользователям дополнительные инструменты для взаимодействия с физическим миром. Основной принцип здесь базируется на наложении цифровых изображений на физическое окружение, поэтому

максимальная эффективность работы данной технологии зависит от мобильности пользователя, гаджетов (смартфоны, очки и т.д.) и интерфейса для взаимодействия. Например, приложение «Узнай Москву» [25] содержит карту достопримечательностей Москвы, тематические маршруты, биографии архитекторов, информацию о музеях города, историю города на ленте времени, что дает возможность увидеть уже утраченные объекты наследия в контексте города и скачать персонажа с возможностью перехода на его подробную страницу (рис. 1).



Рис. 1. Интерфейс портала «Узнай Москву» [25]

Технология VR (virtual reality) – виртуальная реальность, выделяется среди остальных технологий погружением в полностью искусственную среду. Пользователь взаимодействует с виртуальными объектами внутри симуляции через интерактивный интерфейс, который устанавливает синхронизацию данных о действиях пользователя и данных виртуальной среды. Используя гарнитуры виртуальной реальности (шлемы, датчики, перчатки) и полностью отделившись от физической реальности, можно посещать виртуальные архитектурные реконструкции, виртуальные города, выставки, музеи. Испытать эффект присутствия на объекте возможно с помощью сопутствующих гаджетов и технологий для взаимодействия с элементами виртуальной среды (например, «войти» внутрь здания или «коснуться» его детали).

Например, виртуальная экскурсия по Эрмитажу [26] позволяет посетить залы музея ее интерфейс представляет собой планы этажей здания музея с обозначенными на них экспонатами, по которым можно перемещаться самостоятельно в полноэкранном режиме на компьютере, либо с помощью VR-очков (рис. 2).

Building Information Modelling. BIM – цифровая информационная модель, которая не нуждается в определении, так как уже прошла этап промышленного внедрения. С применением интернета вещей (IoT) возможности взаимодействия с информационной моделью дополняются функционалом цифрового двойника объекта. Информационные модели создаются согласно стандартам, уровню детализации, поставленным задачам и содержат в себе необходимые атрибуты, объекты и документацию [27].



Рис. 2. Интерфейс виртуального тура в Эрмитаже [26]

Блокчейн. Блокчейн – это децентрализованная цифровая база данных, в которой информация хранится в связанных между собой блоках, которые распределены между всеми участниками сети. Каждый блок в цепочке представляет собой список записей о последовательных действиях, например, добавление 3D модели здания, которые может увидеть каждый участник сети. Основное преимущество блокчейна перед стандартными базами данных в прозрачности добавления записи, возможности зарегистрировать запись объекта в сети интернет [20].

NFT (non-fungible token) – невзаимозаменяемый токен, это закрепленная за определенным объектом цифровая запись, благодаря которой загруженный в сеть интернет объект становится уникальным с правом подтверждения владельца. Например, в 2023 г. были созданы NFT для реставрируемых фресок из коллекции Эрмитажа, суть которых в том, чтобы передать уникальные права владельцу на первоначальное состояние реставрируемых объектов [28]. Таким образом, если объекту наследия присвоен NFT на разных этапах жизненного цикла, то у обладателя токенов появляется уникальная возможность фиксации любых изменений, произошедших с объектом во времени. Данный эффект частично был достигнут с помощью AR-технологий [29], где в приложении для смартфона можно наблюдать различные состояния объекта.

Смарт-контракт – это цифровое соглашение, функционирующее на базе блокчейна. В основе смарт-контракта находится компьютерный код, который содержит в себе основные правила взаимодействия сторон без необходимости доверия друг к другу, так как любое отклонение от правил смарт-контракта приведет к его аннулированию. С помощью смарт-контракта обеспечивается прозрачность финансовых потоков, снижаются бюрократические издержки, ограничиваются действия сторон с объектом.

Метавселенная – это виртуальный мир, в котором пользователи взаимодействуют через устройства виртуальной реальности. Существует множество определений данной технологии, так как вопрос стабильного существования метавселенной не изучен, а существующие метав-

селенные переживают трудности интероперабельности и возлагают большие надежды на Web 3.0 [30]. Для объектов наследия в среде метавселенных, даже таких, которые существуют на данный момент, раскрывается широкий потенциал для возрождения интереса к этим объектам, их истории и, возможно, к истории архитектуры в целом. Так как в метавселенных нет ограничений физического мира, появляется возможность тематического размещения объектов, создание экспозиций или исторических реконструкций [31].

Также, необходимо учитывать сопутствующие технологии. К ним относится лазерное сканирование, беспилотные летательные аппараты, интернет вещей, цифровые двойники, облачные хранилища и т.д.

Выбранные технологии и концепции их применения легли в основу предложенной автором диссертационной работы (Садыкова Л.И.) концепции сохранения ОАН:

1. Создание информационной модели объекта наследия.
2. Присвоение модели объекта наследия уникальной цифровой записи NFT (токенизация).
3. Настройка смарт-контракта для токена.
4. Добавление уникальной цифровой записи в реестр блокчейн.
5. Размещение модели объекта наследия на площадках метавселенной.

Заключение

В ходе исследования решена важная задача – на основе комплексного исследования принципов сохранения объектов архитектурного наследия предложена концепция применения цифровых технологий:

1. На основе анализа первоисточников по сохранению архитектурного наследия выявлен алгоритм развития принципов сохранения архитектурного наследия во времени. Классические приемы реставрации и сохранения наследия дополняются цифровыми.
2. В ходе исследования выявлены цифровые технологии, применение которых позволит адаптировать аналоговые объекты архитектурного наследия к цифровой среде. В результате анализа глобальных трендов цифровизации были выявлены информационные технологии, совокупность которых позволит дополнить существующие концепции сохранения ОАН. Эти технологии находятся на разных уровнях развития и внедрения и применяются для решения разноплановых задач, поэтому необходим комплексный подход, способный объединить выявленные технологии в единую систему. Основополагающими работами для применения цифровых технологий стали труды, в которых описывается метавселенная, блокчейн, невзаимозаменяемые токены и сопутствующие технологии, которые обеспечивают иммерсивность.
3. На основе присвоения невзаимозаменяемых токенов в децентрализованной базе данных предложен алгоритм регистрации информационной модели архитектурного наследия в сети интернет.

Для того, чтобы информационная модель объекта наследия сохранила свою уникальность и статус в цифровой среде, модель объекта должна быть разработана с необходимой детализацией, наполнена атрибутами и параметрическими объектами, документацией и соответствовать нормативным требованиям государства. Для этих целей информационная модель объекта наследия проходит государственную экспертизу на соответствие разработанной документации и принятых решений.

На рис. 3 приведён пример построения информационной модели для реставрации архитектурного объекта в программе Autodesk Revit, выполненный изыскательской компанией 3Deling. Для построения информационной модели компанией было произведено 3D-сканирование с помощью сканера Riegl VZ-400 и тахеометра Leica TCRA 1101 plus, в результате сформировано облако точек (300 сканирований), модель Revit, документация по 2D CAD.

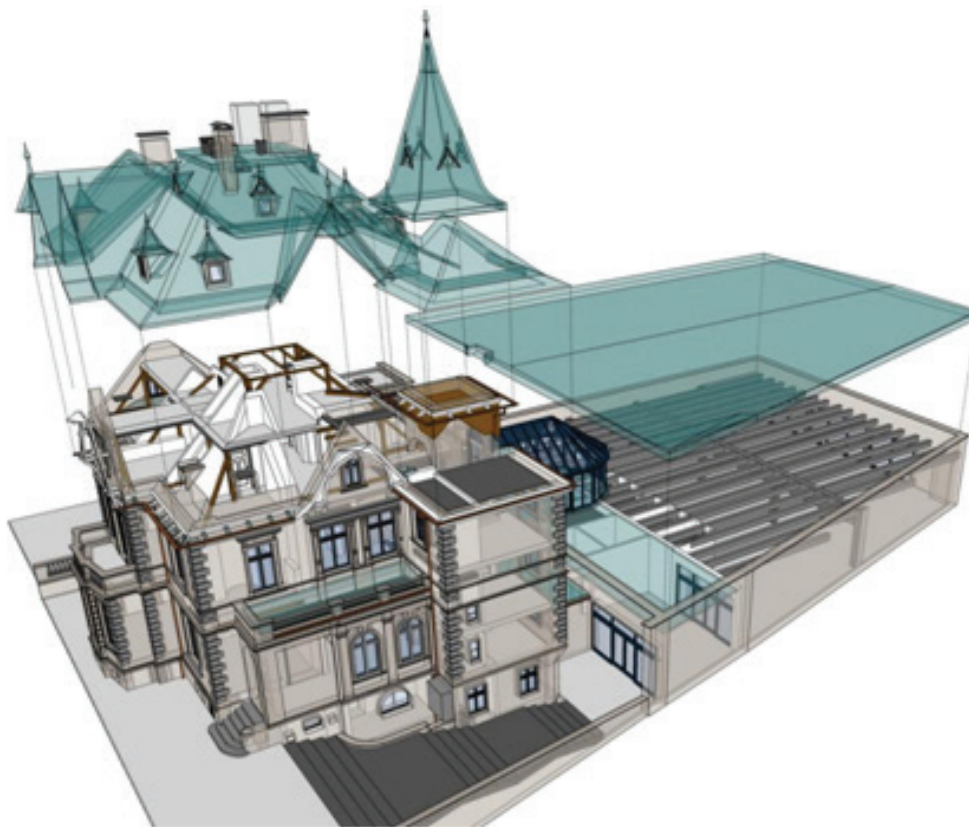


Рис. 3. Информационная модель отеля Villatoro – Zgorzelec (Польша)

Точность моделирования для подтверждения статуса объекта наследия необходимо оценивать на очень высоком междисциплинарном уровне, чтобы исключить некорректное воспроизведение объекта в цифровой среде. Готовая проверенная цифровая модель размещается в облачном хранилище, преобразуется в криптоактивы на блокчейне с помощью присвоения NFT-токена и настройки смарт-контракта. Зарегистрированная модель может быть размещена на площадках метавселенных в виде экспоната или элемента окружения. Для взаимодействия с объектом применяются виртуальная и дополненная реальность, звуковые эффекты. Пользователи посредством аватаров смогут не только посетить объект архитектурного наследия, но и ощутить атмосферу данного места [32].

Библиография

1. Соленая О.А. Проблема представления термина «цифровизация»: отечественный и зарубежный опыт / О.А. Соленая, А.А. Яковлева // Культура и природа политической власти: теория и практика : сб. науч. тр. – Екатеринбург: УрГПУ, 2023. – С. 289–293. URL: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/129085>
2. Данилова, Л.Н. Основные подходы к пониманию цифровизации и цифровых ценностей / Л.Н. Данилова, Т.В. Ледовская, Н.Э. Сольнин, А.М. Ходырев // Вестн. Костромск. гос.

- ун-та. Сер. Педагогика. Психология. Социокинетика, 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-podhody-k-ponimaniyu-tsifrovizatsii-i-tsifrovyyh-tsennostey>
3. Керимов, Т.Х. Цифровизация общества: модуляция, время, субъективация / Т.Х. Керимов // Известия УрФУ. Сер. 3. Общественные науки. – 2019. – Т. 14. – № 3/191. – URL: <https://tempusetmemoria.ru/article/view/4121>
 4. Синчурина, Е.С. Цифровизация как инновационная философская парадигма / Е.С. Синчурина // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2023. – Т. 12. – № 1А. – С. 222–232. DOI: 10.34670/AR.2023.18.81.020
 5. Садыкова, Л.И. Методика сохранения архитектурного наследия городов России на основе новых технологий цифровизации / Л.И. Садыкова // Архитектон: известия вузов. – 2023. – №1(81). – URL: http://archvuz.ru/2023_1/9/ – doi: 10.47055/19904126_2023_1(81)_9
 6. Садыкова, Л.И. Особенности развития архитектурно-пространственной среды (анализ подходов в исследовании архитектурного наследия Уфы) / Л.И. Садыкова // Архитектон: известия вузов. – 2019. – №2 (66). – URL: http://archvuz.ru/2019_2/6/
 7. Журавлев, М.Ю. Фактор времени в архитектурном творчестве: дис. ... канд. архитектуры / М.Ю. Журавлев. – Нижний Новгород, 2017. – 218 с.
 8. Буш, П.Д. Интеграция руинированных объектов исторического наследия в современный архитектурный контекст: дис. ... канд. архитектуры / П.Д. Буш. – М., 2017. – 257 с.
 9. Переслегин, Н.В. История становления и развития органов охраны архитектурного наследия Москвы в контексте их взаимодействия с обществом в советский период 1917–1991 : дис. ... канд. архитектуры / Н.В. Переслегин. – М., 2015. – 221 с.
 10. Гранстрем, М.А. Историко-архитектурные аспекты музеефикации промышленного наследия на примере Адмиралтейских Ижорских заводов : дис. ... канд. архитектуры / М.А. Гранстрем. – СПб., 2007. – 319 с.
 11. Косыгин, Е.В. Основы инженерной реставрации и сохранения зданий и сооружений – памятников истории и культуры – на базе экосистемного метода : дис. ... канд. архитектуры / Е.В. Косыгин. – Владимир, 2004. – 482 с.
 12. Song, L. The cultivation effect of architectural heritage YouTube videos on perceived destination image / L. Song, R.Y.M. Li, T. Wareewanich, 2023. – URL: https://www.researchgate.net/publication/368530476_The_Cultivation_Effect_of_Architectural_Heritage_YouTube_Videos_on_Perceived_Destination_Image
 13. Кальницкая, Е.Я. Музеефикация дворцов: актуализация архитектурного наследия в современной теории и практике : дис. ... д-ра культурологии / Е.Я. Кальницкая. – СПб., 2009. – 297 с.
 14. Евстратенко, М.А. Информационное структурирование фасадов архитектурных объектов и их каталогизация: на примере южнороссийской экономики : дис. ... канд. архитектуры / М.А. Евстратенко. – Нижний Новгород, 2006. – 190 с.
 15. Albourae, A.T. Architectural heritage visualization using interactive technologies. 2017 / A.T. Albourae, C. Armenakis, M. Kyan. – URL: https://www.researchgate.net/publication/319273096_ARCHITECTURAL_HERITAGE_VISUALIZATION_USING_INTERACTIVE_TECHNOLOGIES
 16. Trcek, D. Cultural heritage preservation by using blockchain technologies. – URL: https://www.researchgate.net/publication/357715970_Cultural_heritage_preservation_by_using_blockchain_technologies
 17. Цыгулева, М.В. Первый опыт реализации цифровых изображений произведений из собрания музея и передачи прав на них с использованием невзаимозаменяемых токенов / М.В. Цыгулева // Имущественные отношения. – 2021. – С. 84–95. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-opyt-realizatsii-tsifrovyyh-izobrazheniy-proizvedeniy-iz-sobraniya-muzeya-i-peredachi-prav-na-nih-s-ispolzovaniem/viewer>

18. BIM-Стандарт. Инфраструктура. Руководство по информационному моделированию инфраструктурных объектов и формированию стандарта проектной организации с применением решений компании Autodesk. 2017 / С. Бенклян, И. Рогачев, М. Зобнин, С. Баранник, В. Миронюк, В.Белец. – URL: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-infrastruktury.pdf>
19. Семина, А.Е. Принципы и методы цифрового документирования историко-архитектурной среды на примере городов Верхнекамья : дис. ... канд. архитектуры / А.Е. Семина. – Нижний Новгород, 2021. – 251 с.
20. Schneier, B. Applied cryptography. Protocols, algorithms and source code in C. USA. / B. Schneier, 1996. – 666 с. – URL: <https://www.lait.fe.uni-lj.si/gradiva/VarKom/PREDAVANJA/gradiva/AppliedCryptography-Bruce%20Schneier.pdf>
21. Захарова, Г.Б. HBIM – информационное моделирование исторических зданий: особенности, примеры, опыт разработки моделей / Г.Б. Захарова // Диалоги о защите культурных ценностей: мат-лы II-й Междунар. науч-практ. конф., 2022. – С. 20–23. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50224398&pff=1>
22. Grieves, M. Digital Twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication / M. Grieves // Florida Institute of Technology, 2015. – URL: http://innovate.t.edu/plm/documents/doc_mgr/912/1411.0_Digital_Twin_White_Paper_Dr_Grieves.pdf
23. Soroushian, J. Thinking Ahead About XR: Charting a Course for Virtual, Augmented, and Mixed Reality / J. Soroushian, B. Jackson, S. Neschke // Bipartisan Policy Center, 2022. – URL: https://bipartisanpolicy.org/download/?file=/wp-content/uploads/2022/04/XR-Report_Final-Copy.pdf
24. Lee, L.H. All one needs to know about Metaverse: a complete survey on technological singularity, virtual ecosystem and research agenda / Lee L.H., T. Braud, P. Zhou, A.W. Lin. – 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/355172308_All_One_Needs_to_Know_about_Metaverse_A_Complete_Survey_on_Technological_Singularity_Virtual_Ecosystem_and_Research_Agenda
25. Узнай Москву. – URL: <https://um.mos.ru/about-application/>
26. Виртуальная экскурсия по Эрмитажу. – URL: <https://artwalks.live/?show=hermitage>
27. Атомызе. Атомайз, Интерпрос и Эрмитаж запустили пилотный проект «Цифровое искусство», 2023. – URL: <https://atomyze.ru/news/news-33>
28. Osello, A. HBIM and Virtual tools: a new chance to preserve architectural heritage / A. Osello, G. Luchibello, F. Morgagni // Buildings. – 2018. – № 8(1). – С. 1–12. – URL: https://www.researchgate.net/publication/322640044_HBIM_and_Virtual_Tools_A_New_Chance_to_Preserve_Architectural_Heritage
29. Keil J. The house of Olbrich – An Augmented Reality tour through architectural history / J. Keil, M. Zollner, M. Becker, F. Wientapper, T. Engelke, H. Wuest // In Mixed and Augmented Reality-Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH). 2011. – С. 15–18. – URL: https://www.researchgate.net/publication/221221542_The_House_of_Olbrich_An_Augmented_Reality_tour_through_architectural_history
30. Ritterbusch, G.D., Teichmann, M.R. Defining the Metaverse: a systematic literature review /. D. Ritterbusch G., R. TeichmannM. – 2023, IEEE Access. Vol. 11. – P. 12368–12377, 2023. – URL: https://www.researchgate.net/publication/368144753_Defining_the_Metaverse_A_Systematic_Literature_Review
31. Lyu, J. Cultural Heritage Preservation in the Metaverse A Digitalized Student Study Tour of the Heritage Corridor of Sanjiang, Guangxi, China / J. Lyu // Thesis for Master of Design, University of Cincinnati. – 2022. – P. 1–121. – URL: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/pdct-2024-0015/html?lang=de>
32. Холодова, Л.П. Теория восприятия: сенсорные качества среды / Л.П. Холодова // Архитектон: известия вузов. Екатеринбург, – 2007. – №4(20). – URL: http://archvuz.ru/2007_4/6

References

1. Solyenaya, O.A., Yakovleva, A.A. (2023) The problem of representing the term "digitalization": the Russian and foreign experience. In: Culture and the Nature of Political Power: Theory and Practice: a collection of scientific papers, pp. 289–293. (in Russian)
2. Danilova, L.N., Ledovskaya, T.V., Solynin, N.E., Khodyrev, A.M. (2020). Basic approaches to understanding digitalization and digital values. Bulletin of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics. [Online], Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-podhody-k-ponimaniyu-tsifrovizatsii-i-tsifrovyyh-tsennostey>. (in Russian)
3. Kerimov, T.H. (2019). Digitalization of society: modulation, time, subjectivation. Proceedings of the Ural Federal University. Series 3. Social Sciences. [Online], Volume 14 (3), p. 191. Available from: <https://tempusetmemoria.ru/article/view/4121> . (in Russian)
4. Sinchurina, E.S. (2023). Digitalization as an innovative philosophical paradigm. Context and reflection: philosophy about the world and man. [Online], Volume 12 (1A). pp. 222–232. (in Russian)
5. Sadykova, L.I. (2023). Methodology for preserving the architectural heritage of Russian cities on the basis of new digitalization technologies. Architecton: Proceedings of Higher Education, [Online], Volume 1 (81). (in Russian)
6. Sadykova, L.I. (2019) Features of the development of the architectural and spatial environment (analysis of approaches in the study of the architectural heritage of Ufa). Architecton: Proceedings of Higher Education, [Online], Volume 2 (66). Available from: http://archvuz.ru/en/2019_2/6/ . (in Russian)
7. Zhuravlev, M.Y. (2017) The time factor in architectural creativity. PhD dissertation (Architecture). Nizhny Novgorod. (in Russian)
8. Bush, P.D. (2017). Integration of the ruined objects of historical heritage into the modern architectural context. PhD dissertation (Architecture). Moscow. (in Russian)
9. Pereslegin, N.V. (2015). The history of the formation and development of the Moscow architectural heritage protection bodies in the context of their interaction with society in the Soviet period 1917–1991. PhD dissertation (Architecture). Moscow. (in Russian)
10. Granstrom, M.A. (2007). Historical and architectural aspects of the museification of industrial heritage on the example of the Admiralty Izhora factories. PhD dissertation (Architecture). St. Petersburg. (in Russian)
11. Kosygin, E.V. (2004). Fundamentals of engineering restoration and preservation of buildings and structures – historical and cultural monuments – based on the ecosystem method. PhD dissertation (Architecture). Vladimir. (in Russian)
12. Song, L., Li, R.Y.M., Wareewanich, T. (2023). The cultivation effect of architectural heritage YouTube videos on perceived destination image. Researchgate. [Online], Available at: https://www.researchgate.net/publication/368530476_The_Cultivation_Effect_of_Architectural_Heritage_YouTube_Videos_on_Perceived_Destination_Image
13. Kalnitskaya, E.Ya. (2009). Museification of palaces: actualization of architectural heritage in modern theory and practice. PhD dissertation (Culture). St. Petersburg. (in Russian)
14. Evstratenko, M.A. (2006). Information structuring of facades of architectural objects and their cataloging: on the example of the South Russia economy. PhD dissertation (Architecture). Nizhny Novgorod. (in Russian)
15. Albourae, A.T., Armenakis, C., Kyan, M. (2017). Architectural heritage visualization using interactive technologies. Researchgate. [Online], Available at: https://www.researchgate.net/publication/319273096_ARCHITECTURAL_HERITAGE_VISUALIZATION_USING_INTERACTIVE_TECHNOLOGIES

16. Trcek, D. (2022). Cultural heritage preservation by using blockchain technologies. Researchgate. [Online], Available at: https://www.researchgate.net/publication/357715970_Cultural_heritage_preservation_by_using_blockchain_technologies
17. Tsyguleva, M.V. (2021). The first experience in the implementation of digital images of works from the museum collection and the transfer of rights to them using non-fungible tokens. Property Relations [Online]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-opyt-realizatsii-tsifrovyyh-izobrazheniy-proizvedeniy-iz-sobraniya-muzeya-i-peredachi-prav-na-nih-s-ispolzovaniem/viewer> (in Russian)
18. Benklyan, S., Rogachev, I., Zobnin, M., Barannik, S., Mironyuk, V., Belets, V. (2017). BIM-Standard Infrastructure. A guide to information modeling of infrastructure facilities and the formation of a standard for a design organization using Autodesk solutions. 2nd ed. [pdf] Moscow. Available from: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-infrastruktury.pdf> (in Russian)
19. Semina, A.E. (2021) Principles and methods of digital documentation of the historical and architectural environment on the example of the cities of Verkhnekamye. PhD dissertation (Architecture). Nizhny Novgorod. (in Russian)
20. Schneier, B. (1996). Applied cryptography. Protocols, algorithms and source code in C. 2nd ed. [pdf] USA. Available from: <https://www.lait.fe.uni-lj.si/gradiva/VarKom/PREDAVANJA/gradiva/AppliedCryptography-Bruce%20Schneier.pdf>
21. Zakharova, G.B. (2022). HBIM – information modeling of historical buildings: features, examples, experience in developing models. In: Dialogues on the protection of cultural values: proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference 2022. [online] Yekaterinburg. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50224398&pff=1> (in Russian)
22. Grieves, M. (2015). Digital Twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. Researchgate. [Online], Florida Institute of Technology. Available at: http://innovate.t.edu/plm/documents/doc_mgr/912/1411.0_Digital_Twin_White_Paper_Dr_Grieves.pdf
23. Soroushian, J., Jackson, B., Neschke, S. (2022). Thinking Ahead About XR: Charting a Course for Virtual, Augmented, and Mixed Reality. Bipartisan Policy Center. [Online]. Available at: https://bipartisanpolicy.org/download/?file=/wp-content/uploads/2022/04/XR-Report_Final-Copy.pdf
24. Lee, L.H., Braud, T., Zhou, P., Lin, A.W. (2021). All one needs to know about Metaverse: a complete survey on technological singularity, virtual ecosystem and research agenda. Researchgate. [Online]. Available at: https://www.researchgate.net/publication/355172308_All_One_Needs_to_Know_about_Metaverse_A_Complete_Survey_on_Technological_Singularity_Virtual_Ecosystem_and_Research_Agenda
25. Get to know Moscow. Get to know Moscow app. [online]. Available from: <https://um.mos.ru/about-application/>
26. Virtual tour of the Hermitage. Hermitage Halls – 3D 360 Virtual Tour. [online]. Available from: <https://artwalks.live/?show=hermitage>
27. Atomize, Interros and the Hermitage have launched a pilot project "Digital Art" (2023). Atomyze. [online]. Available from: <https://atomyze.ru/news/news-33>
28. Osello, A., Luchibello, G. and Morgagni, F. (2018). HBIM and Virtual tools: a new chance to preserve architectural heritage. Buildings. [Online], Volume 8(1), p.1-12. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322640044_HBIM_and_Virtual_Tools_A_New_Chance_to_Preserve_Architectural_Heritage
29. Keil, J., Zollner, M., Becker, M., Wientapper, F., Engelke, T., Wuest, H. The house of Olbrich – An Augmented Reality tour through architectural history. In Mixed and Augmented Reality-Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH). [Online], p.15–18. Available from: https://www.researchgate.net/publication/221221542_The_House_of_Olbrich_An_Augmented_Reality_tour_through_architectural_history

30. Ritterbusch, G.D., Teichmann, M.R. (2023). Defining the Metaverse: a systematic literature review. IEEE Access. [Online], Volume.11, p. 12368–12377. Available from: https://www.researchgate.net/publication/368144753_Defining_the_Metaverse_A_Systematic_Literature_Review
31. Lyu, J. (2022). Cultural Heritage Preservation in the Metaverse. A Digitalized Student Study Tour of the Heritage Corridor of Sanjiang, Guangxi, China. Thesis for Master of Design, University of Cincinnati. [Online], p. 1–121. Available from: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/pdte-2024-0015/html?lang=de>
32. Kholodova, L.P. (2007). Theory of perception: sensory qualities of the environment. Architecton: Proceedings of Higher Education [Online], Volume. 4(20). Available from: http://archvuz.ru/en/2007_4/6_22 (in Russian)

Ссылка для цитирования статьи

Садыкова, Л.И., Холодова, Л.П. О новых методах цифровизации в процессе сохранения архитектурного наследия городов России / Л.И. Садыкова, Л.П. Холодова // Архитектон: известия вузов. – 2024. – №4(88). – URL: http://archvuz.ru/2024_4/4/ – doi: [https://doi.org/10.47055/19904126_2024_4\(88\)_4](https://doi.org/10.47055/19904126_2024_4(88)_4)

© Садыкова Л.И., Холодова Л.П., 2024



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).
4.0 Всемирная

Дата поступления: 27.11.2024