

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ПРИ АРХИТЕКТУРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕНОВАЦИИ ЗДАНИЙ ПОД ОБЩЕСТВЕННУЮ ФУНКЦИЮ

Здор Никита Сергеевич,

аспирант кафедры архитектурного и средового проектирования,
Научный руководитель: кандидат архитектуры, профессор Ю.В. Горгорова,
Академия архитектуры и искусств,
Южный федеральный университет,
Россия, Ростов-на-Дону,
e-mail: zdor@sfedu.ru

УДК: 725: 004.02

Шифр научной специальности: 2.1.12

DOI: 10.47055/19904126_2024_1(85)_2

Аннотация

В статье исследуются цифровые методы, использующие передовые технологии для комплексной реновации промышленных зданий в общественные пространства. Подробно описаны четыре различных подхода: 1. Цифровое картографирование и моделирование: позволяет проводить точный пространственный анализ, оптимизируя дизайнерские решения перед физической реновацией. Объединяет виртуальную и дополненную реальность для создания захватывающего опыта. 2. Интеграция дополненной и виртуальной реальности: облегчает совместное принятие решений за счет визуализации предлагаемых проектов, повышая вовлеченность общественности. Исторические и культурные повествования накладываются друг на друга, укрепляя связь между прошлым и настоящим. 3. Интеллектуальные строительные системы: включает в себя устройства интернета вещей и датчики для оптимизации энергоэффективности, комфорта и общей функциональности. Решает уникальные задачи, связанные с перепрофилированием промышленных зданий. 4. Технология цифрового двойника: создает динамическую виртуальную копию для непрерывного мониторинга в режиме реального времени. Использует машинное обучение для прогнозного анализа, повышая операционную эффективность и устойчивость. Сближение технологий и архитектурных инноваций представляет собой преобразующую силу в ландшафте архитектурно-экологической реновации промышленных зданий, представляя собой смену парадигмы в обновлении производственных сооружений под общественную функцию.

Ключевые слова:

архитектурно-экологическая реновация, промышленные здания, устойчивое развитие, цифровые методы реновации, интеллектуальные системы

DIGITAL METHODS IN ARCHITECTURAL AND ENVIRONMENTAL RENOVATION OF BUILDINGS FOR A PUBLIC FUNCTION

Zdor Nikita S.,

Doctoral student, Department of Architectural and Environmental Design,
Research supervisor: Professor Yu.V.Gorgorova, PhD. (Architecture),
Academy of Architecture and Fine Arts,
Southern Federal University,
Russia, Rostov-on-Don,
e-mail: zdor@sfedu.ru

УДК: 725: 004.02

Шифр научной специальности: 2.1.12

DOI: 10.47055/19904126_2024_1(85)_2

Abstract

This article explores advanced digital methods for comprehensive renovation of industrial buildings into public spaces. Four different approaches are described in detail:

1. Digital mapping and modeling: allows accurate spatial analysis to be performed for optimizing design solutions before physical renovation; combines virtual and augmented reality to create an immersive experience. 2. Integration of augmented and virtual reality: facilitates joint decision-making by visualizing proposed projects and thus increasing public engagement. Historical and cultural narratives are overlapped, strengthening the connection between the past and the present. 3. Smart building systems: include IoT devices and sensors to optimize energy efficiency, comfort, and overall functionality; solve unique challenges related to the conversion of industrial buildings. 4. Digital twin technology: creates a dynamic virtual copy for continuous real-time monitoring; uses machine learning for predictive analysis, increasing operational efficiency and sustainability. The convergence of technologies and architectural innovations presents a transformative force in the context of architectural and environmental renovation of industrial buildings, representing a change of the paradigm in the renovation of industrial facilities for re-use as a public function.

Keywords:

architectural and environmental renovation, industrial buildings, sustainable development, digital renovation methods, intelligent systems

Введение

На пересечении технологических инноваций и архитектурной эволюции происходят глубокие метаморфозы в сфере реновации промышленных зданий, предназначенных для общественного использования. От цифровой точности планирования до захватывающих впечатлений, соединяющих историю и современность, исследование раскрывает нюансы технологической синергии в архитектурно-экологической реновации промышленных сооружений.

Изучение того, как передовые технологии, такие как дополненная и виртуальная реальность, а также интеллектуальные строительные системы и технология цифрового двойника интегрируются в процесс реновации, может дать представление о создании инновационных и технологически усовершенствованных общественных пространств в перепрофилированных промышленных структурах.

Объект исследования – цифровые методы архитектурно-экологической реновации, а именно метод цифрового картографирования и моделирования, интеграции дополненной и виртуальной реальности, интеллектуальных строительных систем и технология цифрового двойника.

Предмет исследования – инструменты и механизмы применения цифровых методов архитектурно-экологической реновации архитектурных объектов под общественные функции.

Научная новизна заключается в бесшовной интеграции передовых технологий, обеспечивающих преобразующую силу в обновлении зданий. От иммерсивного опыта до прогнозной аналитики эти методологии открывают новую эру эффективности, устойчивости и дизайна, ориентированного на человека.

Данное исследование охватывает то, как эти технологии способствуют улучшению реновации, экологической устойчивости и общей функциональности этих обновленных пространств. Эта

конвергенция означает смену парадигмы в обновлении промышленных структур, включающей цифровые инструменты и захватывающий опыт, которые соединяют историческое прошлое с современными инновациями на благо общества. Рассмотрим основные технологические методы архитектурно-экологической реновации промышленных зданий.

Метод цифрового картографирования и моделирования

В сложном процессе перепрофилирования промышленных зданий для общественного использования цифровое картографирование и моделирование выделяются как преобразующие методологии, которые используют передовые технологии для изменения архитектурных ландшафтов и окружающей среды [1]. С помощью данного метода можно решать различные задачи, например:



Рис. 1. Главные компоненты метода цифрового картографирования и моделирования при архитектурно-экологической реновации промышленных зданий. Схема Н.С. Здора

- Точный пространственный анализ: с помощью цифрового картографирования можно создать подробные трехмерные изображения промышленных сооружений. Такая точность позволяет архитекторам и проектировщикам проводить тщательный пространственный анализ, выявляя потенциальные ограничения и возможности в рамках существующей планировки.

Опираясь на картографические данные, цифровые модели предоставляют архитекторам динамическую платформу для визуализации пространственных взаимосвязей, проверки гипотез проектирования и повторения концепций до начала физического ремонта. Такая точность сводит к минимуму непредвиденные проблемы и повышает эффективность всего процесса ремонта [2].

- На данный момент существует два вида технологий по пространственному моделированию, а именно виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR). Интеграция цифровых карт в приложения виртуальной и дополненной реальности обеспечивает заинтересованным сторонам захватывающий опыт. Виртуальные пошаговые инструкции и дополненные наложения позволяют лицам, принимающим решения, виртуально исследовать промышленное пространство, способствуя принятию более обоснованных решений.

Архитектурные модели, созданные в виртуальной или дополненной реальности, предлагают заинтересованным сторонам и общественности интерактивный просмотр обновленного пространства. Этот метод улучшает коммуникацию между проектными командами и вовлекает

общественность, получая ценную обратную связь и обеспечивая более инклюзивный процесс реконструкции.

- Оценка воздействия на окружающую среду: цифровые карты помогают оценить влияние реконструкции на окружающую среду, включая такие факторы, как воздействие солнечного света, характер ветра и экологические соображения.

Виртуальное моделирование окружающей среды позволяет архитекторам протестировать влияние выбора дизайна на потребление энергии, дневное освещение и тепловой комфорт. Этот осознанный подход способствует созданию экологически устойчивых и ресурсосберегающих обновленных пространств.

- Историческая и культурная интеграция: отображение исторических и культурных данных на цифровых платформах обеспечивает всестороннее понимание наследия промышленного здания. Эти данные включают исторические фотографии, документы и рассказы сообщества.

Интеграция исторических и культурных элементов в цифровые модели гарантирует, что обновленное пространство сохранит свой индустриальный характер при одновременном органичном включении новых функциональных возможностей. Этот метод обеспечивает гармоничный баланс между прошлым и настоящим [3].

- Совместное проектирование и принятие решений: платформы совместного цифрового картографирования обеспечивают сотрудничество в режиме реального времени между архитекторами, градостроителями и заинтересованными сторонами. Этот метод облегчает коллективное принятие решений, предоставляя общую платформу для ввода и обратной связи.

Инструменты совместного цифрового моделирования позволяют различным командам работать вместе над одной и той же моделью, оптимизируя процесс проектирования и способствуя междисциплинарному сотрудничеству. Такой совместный подход гарантирует, что обновленное промышленное пространство будет отвечать разнообразным потребностям общества.

- Адаптивное повторное использование и гибкость: отображение существующих структурных элементов и условий помогает определить возможности для устойчивой реновации. Это включает в себя повторное использование оригинальных элементов, таких как оборудование или архитектурные детали.

Цифровые модели облегчают изучение различных сценариев адаптивного повторного использования, позволяя архитекторам тестировать и совершенствовать идеи. Этот метод гарантирует, что отремонтированное пространство будет не только функциональным, но и сохранит очарование и аутентичность своего промышленного наследия.

Специфика заключается в решении уникальных задач реновации промышленных сооружений: подробные трехмерные изображения помогают провести тщательный пространственный анализ, выявляя ограничения и возможности в рамках существующей планировки,

В заключение следует отметить, что цифровое картографирование и моделирование становятся незаменимыми инструментами при архитектурно-экологической реновации промышленных зданий под общественные функции. Эти методологии благодаря своей точности, захватывающему опыту и возможностям совместной работы, открывают новую эру, когда технологии органично интегрируются с архитектурными инновациями, гарантируя, что перепрофилированные промышленные сооружения не только отвечают современным потребностям, но и сохраняют свою историческую, культурную и экологическую сущность. Метод обеспечивает точный пространственный анализ, сводя к минимуму непредвиденные проблемы и повышая эффективность. Оценка воздействия на окружающую среду проводится с использованием цифровых карт, что способствует проведению энергоэффективных и ресурсосберегающих ре-

монтажных работ. Интеграция исторических и культурных данных обеспечивает сохранение промышленного наследия, достигая гармоничного баланса между прошлым и настоящим. Этот метод способствует адаптивному повторному использованию за счет выявления возможностей для устойчивого обновления, сокращения строительных отходов и сохранения аутентичности промышленного наследия.

Метод интеграции дополненной и виртуальной реальности

В динамичной сфере архитектурно-экологической реновации промышленных зданий для общественных функций интеграция дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) выделяется как революционный подход. Это инновационное сочетание цифровых технологий меняет то, как мы представляем, проектируем и используем перепрофилированные промышленные помещения. Вот более подробный взгляд на эффективную интеграцию дополненной реальности и виртуальной реальности в процессе реновации:

- **Иммерсивная визуализация дизайна:** AR накладывает цифровую информацию на физическую среду, позволяя архитекторам и заинтересованным сторонам визуализировать предлагаемые элементы дизайна в реальном промышленном пространстве. Это расширение в режиме реального времени позволяет точно размещать новые функции с учетом существующего контекста.

Виртуальная реальность (VR) создает полностью захватывающую цифровую среду. Архитекторы могут перенести себя и заинтересованных лиц в виртуальные представления о реконструированном промышленном пространстве, предлагая непревзойденное ощущение масштаба, пропорций и атмосферы. Этот захватывающий опыт помогает усовершенствовать концепции дизайна и обеспечить соответствие предполагаемой общественной функции [4].

- **Взаимодействие с общественностью и обратная связь:** приложения AR на смартфонах или других мобильных устройствах (планшеты, очки, шлемы), позволяют людям взаимодействовать с дополненными историческими или культурными элементами в физической среде. Это взаимодействие создает мост между индустриальным прошлым и настоящим, способствуя более глубокой связи с обновленным пространством. Данный подход позволяет совместно принимать решения, поскольку отдельные лица могут обмениваться мнениями и обсуждать элементы дизайна непосредственно в физическом пространстве.

Мероприятия по привлечению общественности могут проводиться в виртуальной реальности (VR), что позволяет членам сообщества виртуально исследовать предлагаемые проекты и оставлять отзывы о них, а также гарантировать, что обновленное пространство будет соответствовать желаниям и ожиданиям горожан. Этот уровень виртуального взаимодействия обеспечивает учет различных точек зрения, способствуя более инклюзивному совместному процессу проектирования.

- **Исторические и культурные нарративы:** AR используется для наложения исторических фотографий, документов или виртуальных экспонатов на физические структуры, рассказывая об историческом и культурном значении промышленного здания. Этот метод создает дополненное историческое путешествие для посетителей.

Опыт виртуальной реальности (VR) может перенести пользователей в разные исторические периоды, позволяя им виртуально наблюдать эволюцию промышленного пространства. Это захватывающее повествование способствует более глубокому пониманию наследия здания [5].

- **Интерактивные образовательные инсталляции:** образовательные экспонаты, дополненные технологией AR, предоставляют посетителям интерактивный опыт обучения. Это может



Рис. 2. Главные компоненты метода интеграции дополненной и виртуальной реальности при архитектурно-экологической реновации промышленных зданий. Схема Н.С. Здра

включать наложение образовательного контента на оборудование или архитектурные элементы, превращая промышленное пространство в образовательный центр.

Образовательные инсталляции в виртуальной реальности (VR) предлагают углубленное изучение промышленных процессов или исторических событий. Пользователи могут виртуально управлять оборудованием, изучать историю здания или участвовать в интерактивных образовательных модулях, расширяя представление общественности о промышленном пространстве.

- Моделирование воздействия на окружающую среду: приложения AR могут имитировать воздействие выбора дизайна на окружающую среду в режиме реального времени, предоставляя архитекторам и заинтересованным сторонам визуальную обратную связь о таких факторах, как солнечный свет, ветер или энергоэффективность.

Моделирование окружающей среды в виртуальной реальности (VR) позволяет архитекторам виртуально ощутить обновленное пространство в различных условиях. Это гарантирует, что проектные решения соответствуют экологическим целям и способствуют устойчивой практике [6].

В заключение стоит отметить, что плавная интеграция технологий дополненной и виртуальной реальности при архитектурно-экологической реновации промышленных зданий выходит за рамки традиционных границ, предлагая архитекторам, заинтересованным сторонам и общественности захватывающий опыт, который по-новому определяет взаимодействие с физическими пространствами. Эти технологии не только улучшают визуализацию дизайна и совместную работу, но и позволяют сообществам активно участвовать в устойчивой эволюции промышленных структур в динамичную, обогащенную цифровыми технологиями общественную среду. Метод позволяет смоделировать воздействие проектируемого объекта на окружающую среду, предоставляя архитекторам обратную связь в режиме реального времени о таких факторах, как воздействие солнечного света и энергоэффективность. Дополненная реальность помогает контекстуализировать дизайн в режиме реального времени, сводя к минимуму воздействие на окружающую среду за счет оптимизации пространственных планировок без необходимости значительных физических изменений, а также помогает архитекторам принимать обоснованные решения, уделяющие приоритетное внимание энергоэффективности и ресурсосбережению.

Метод интеллектуальных строительных систем

В области архитектурно-экологической реновации промышленных зданий для общественных целей интеграция интеллектуальных строительных систем становится ключевой и преобразующей стратегией. Эти передовые системы, включающие устройства интернета вещей, датчики и интеллектуальные технологии, способствуют созданию пространств, которые не только эстетически приятны, но и устойчивы, эффективны и реагируют на потребности общественности [7]. Есть несколько ключевых аспектов:



Рис. 3. Главные компоненты метода интеллектуальных строительных систем при архитектурно-экологической реновации промышленных зданий. Схема Н.С. Здора

- Энергоэффективность и устойчивое развитие: оптимизация энергопотребления посредством мониторинга и управления в режиме реального времени.
- Комфортная среда: отслеживание с помощью датчиков температуры, влажности и качества воздуха для обеспечения комфорта посетителям.
- Профилактическое техническое обслуживание и управление: прогнозирование технического обслуживания за счет постоянного мониторинга состояния компонентов здания.
- Гибкое использование пространства: динамический контроль конфигурации пространства с помощью подвижных перегородок, адаптивного освещения и модульной мебели [8].
- Мониторинг окружающей среды в режиме реального времени: датчики оценивают параметры окружающей среды, такие как качество воздуха и воды, позволяя немедленно реагировать на любые отклонения от оптимальных условий.
- Интеллектуальное управление отходами: мониторинг уровня отходов и оптимизации графиков сбора.
- Интегрированные системы охраны: системы безопасности на базе интернета вещей, включая камеры наблюдения, контроль доступа и механизмы реагирования на чрезвычайные ситуации.
- Принятие решений на основе данных: анализ структуры занятости, энергопотребления и экологических показателей позволяет заинтересованным сторонам постоянно совершенствоваться и оптимизировать новые пространства после реновации [9].
- Освещение и автоматизация: интеллектуальные системы освещения разработаны таким образом, чтобы имитировать естественное освещение, положительно влияя на самочувствие людей.

- **Доступность и инклюзивность:** улучшение функций доступности. Сюда входят интеллектуальные вывески, адаптивное освещение и устройства интернета вещей, которые удовлетворяют широкому спектру требований людей.

Итак, интеграция интеллектуальных строительных систем представляет собой смену парадигмы в архитектурно-экологической реновации промышленных зданий для общественных функций. Мониторинг в режиме реального времени оптимизирует потребление энергии в соответствии с целями устойчивого развития. Датчики температуры, влажности и качества воздуха обеспечивают оптимальный комфорт, улучшая общее качество окружающей среды. Непрерывный мониторинг позволяет проводить профилактическое техническое обслуживание, сокращая количество непредвиденных поломок и продлевая срок службы материалов. Датчики позволяют немедленно реагировать на отклонения от оптимальных условий, повышая экологическую устойчивость. Эти системы выходят за рамки простой автоматизации, активно способствуя устойчивому развитию, благополучию людей и плавной адаптации бывших промышленных пространств к разнообразному общественному использованию. По мере дальнейшего развития технологий интеллектуальные строительные системы готовы сыграть центральную роль в формировании будущего обновленных промышленных зданий, обеспечивая многогранные преимущества как для населения, так и для окружающей среды.

Метод технологии цифрового двойника

Метод цифрового двойника – технология, которая меняет ландшафт архитектурно-экологической реновации промышленных зданий для общественных функций. Создавая динамичную цифровую копию физической структуры, этот метод предлагает архитекторам, проектировщикам и заинтересованным сторонам мощный инструмент для улучшения дизайна, мониторинга производительности и оптимизации реконструируемого пространства. Есть несколько ключевых особенностей этого метода:

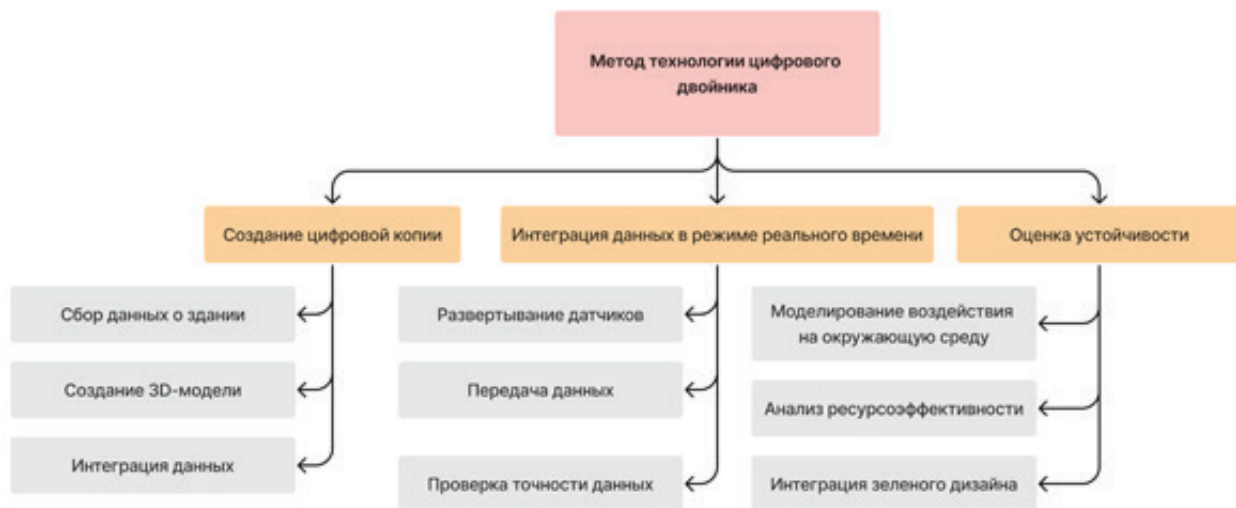


Рис. 4. Главные компоненты метода технологии цифрового двойника при архитектурно-экологической реновации промышленных зданий. Схема Н.С. Здора

- **Мониторинг и моделирование в режиме реального времени:** создание цифрового двойника начинается с создания виртуальной модели, которая отражает физическое промышленное здание, включая его геометрию, структуру и системы. Это всеобъемлющее цифровое представление служит динамическим аналогом физического пространства.

- Интеграция данных в режиме реального времени: датчики и устройства интернета вещей, встроенные в физическое здание, непрерывно собирают данные об энергопотреблении, условиях окружающей среды, структуре занятости и структурной целостности. Эти данные в режиме реального времени интегрируются в цифровой двойник, позволяя заинтересованным сторонам контролировать отремонтированное помещение с непревзойденной точностью [10].
- Прогнозируемый анализ – использование алгоритмов машинного обучения для анализа исторических данных и данных в режиме реального времени, прогнозируя потенциальные проблемы до их возникновения. Это позволяет проводить техническое обслуживание, сокращать время простоя и обеспечивать постоянную функциональность зданий.
- Стратегии оптимизации: моделируя различные сценарии в цифровом двойнике, архитекторы и менеджеры объектов могут протестировать различные стратегии, например корректировку энергопотребления, конфигурации помещений и экологического контроля для повышения общей производительности и устойчивости сооружения. • Энергоэффективность и экологичность: архитекторы могут оценить различные устойчивые решения, гарантируя, что обновленное пространство соответствует целям экологического развития и минимизирует его воздействие на окружающую среду.
- Динамическое моделирование пространства – тестирование планировок, расстановки сидячих мест и пространственного разделения для максимальной гибкости и адаптивности в зависимости от меняющихся требований.
- Интеграция интеллектуальных систем: цифровые близнецы интегрируются с интеллектуальными системами здания, такими как ОВКВ, освещение и охрана.
- Совместная работа: модель цифрового двойника служит платформой для совместной работы, позволяя архитекторам, инженерам, руководителям объектов и другим заинтересованным сторонам получать доступ к общей цифровой среде и вносить свой вклад в нее. Это способствует прозрачной коммуникации, упрощенному принятию решений и единому видению обновленного промышленного пространства.
- Интеграция культурного наследия: цифровые двойники могут объединять исторические и культурологические данные, создавая платформу для адаптивной культурной и исторической интерпретации в обновленном пространстве. В цифровом двойнике можно моделировать опыт дополненной реальности и виртуальные экспонаты, обогащая культурное повествование для посетителей [11].

Таким образом, метод цифрового двойника служит преобразующей силой в архитектурном и экологическом обновлении промышленных зданий для общественных функций. Благодаря плавной интеграции виртуальной и физической сфер цифровые близнецы предоставляют архитекторам беспрецедентные возможности понимания, контроля и адаптации. Виртуальная модель отражает физическое здание, предоставляя архитекторам динамическое представление для непрерывного мониторинга в режиме реального времени. Интеграция датчиков интернета вещей обеспечивает непрерывный сбор данных о потреблении энергии, условиях окружающей среды и структурной целостности, обеспечивая точность в цифровом двойнике. Сценарное моделирование позволяет архитекторам и руководителям объектов тестировать различные стратегии, оптимизируя потребление энергии и экологический контроль для повышения устойчивости. Этот инновационный подход не только оптимизирует производительность и экологичность отремонтированных промышленных помещений, но и обогащает опыт пользователей, гарантируя, что эти помещения динамично развиваются, удовлетворяя разнообразные потребности населения с течением времени [12].

Заключение

Поскольку связь между технологией и архитектурой становится все более неотъемлемой, в статье были рассмотрены инновационные методы и решения, в которых передовые технологии способствуют тщательной реновации промышленных сооружений для общественных функций. Четыре основных метода, каждый из которых воплощает преобразующий потенциал технологической синергии:

- Метод цифрового картографирования и моделирования позволяет архитекторам анализировать пространственную динамику, выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать дизайнерские решения до начала процесса физической реконструкции.
- Метод интеграции дополненной и виртуальной реальности позволяет визуализировать предлагаемые проекты и взаимодействовать с ними, способствуя совместному принятию решений и повышению вовлеченности общественности.
- Метод интеллектуальных строительных систем – включение устройств интернета вещей и датчиков для оптимизации энергоэффективности, комфорта и общей функциональности зданий. Метод исследует, как эти системы адаптируются к уникальным задачам и возможностям, которые представляют перепрофилированные промышленные здания.
- Метод технологии цифрового двойника – создание динамичной виртуальной копии физического здания. Метод облегчает прогнозируемое техническое обслуживание, повышает эффективность эксплуатации и обеспечивает долгосрочную устойчивость отремонтированных сооружений.

Конвергенция технологий и архитектурных инноваций становится преобразующей силой в ландшафте промышленной архитектурно-экологической реновации. От использования цифровых инструментов для точного планирования до интеграции захватывающих впечатлений, которые соединяют прошлое и настоящее, эти методы означают смену парадигмы в том, как промышленные сооружения обновляются для общественного использования.

Библиография

1. Павлова, А.И. Применение методов цифрового моделирования рельефа для картографирования эрозионных земель / А.И. Павлова // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. В мире научных открытий. – 2016. – № 2 (74). – С. 159–169.
2. Wilson, J.P. *Terrain Analysis: Principles and Applications* / J.P. Wilson. – New York: Wiley, 2000.
3. Колесников, А.А. Применение виртуальных панорам в цифровом тематическом картографировании / А.А. Колесников, Я.Г. Пошивайло, Е.С. Утробина, С.А. Миронова // *Вестн. Сиб. гос. ун-та геосистем и технологий*. – 2022. – Т. 27. – № 4. – С. 74–86.
4. Трубецкой, П.П. Концепция интерактивного выставочного пространства, базирующегося на системе мультимедийных проекторов / П.П. Трубецкой // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2018. – № 2 (7).
5. Иванова, А.С. Феномен виртуальной реальности в архитектурной среде / А.С. Иванова // *Архитектура и дизайн*. – 2018. – № 1. – С. 1–6.
6. Иванова, А.С. Приемы формирования «виртуальной реальности» в работах М.К. Эшера для дизайна архитектурного пространства / А.С. Иванова // *Урбанистика*. – 2018. – № 4. – С. 63–76.

7. Terenchuk, S. Modeling an intelligent system for the estimation of technical state of construction structures / S. Terenchuk, A. Pashko, B. Yeremenko, S. Kartavykh, N. Ershova // *Eastern European Journal of Advanced Technologies*. – 2018. – № 3/2 (93). – P. – 47–53.
8. Лю, Сюелин. Интеллектуальная система управления строительными проектами / С. Лю // *KANT*. – 2016. – № 4(21). – С. 142–146.
9. Коротков, Д.Ю., Чулков, В.О. Жизненный цикл строительного объекта / Д.Ю. Коротков, В.О. Чулков // *Мир науки. Педагогика и психология*. – 2013. – №1. – С. 1–6.
10. Никишечкин, П.А. Разработка типовых архитектур цифровых двойников производственно-логистических систем машиностроительных предприятий на разных стадиях их жизненного цикла / П.А. Никишечкин, В.А. Долгов, С.Н. Григорьев // *Изв. высших учебных заведений. Машиностроение*. – 2023. – № 5. – С. 37–48.
11. Ахтамзян А.И. Возможности, перспективы и специфика использования сверхстабильной оптической памяти для хранения музейных баз данных и цифровых двойников музейных предметов / А.И. Ахтамзян // *Фотография. Изображение. Документ*. – 2020. – № 9. – С. 84–89.
12. Прокопенко, И.В. Технологии информационного моделирования в практике реставрационных работ памятников архитектурного наследия / И.В. Прокопенко, К.С. Тетерина, И.А. Саенко // *Урбанистика*. – 2023. – № 2. – С. 76–83.

References

1. Pavlova, A.I. (2016). Using terrain digital modelling methods for mapping erosive lands. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, No. 2(74), pp.159–169. (in Russian)
2. Wilson, J.P. (2000). *Terrain Analysis: Principles and Applications*. New York: Wiley.
3. Kolesnikov, A.A., Poshivailo, Ya.G., Utrobina, E.S., Mironova, S.A. (2022). The use of virtual panoramas in digital thematic mapping. *Vestnik SGUGiT*, Vol. 27, No.4, pp.74–86. (in Russian)
4. Trubetskoi, P.P. (2009). A concept of interactive exhibition space based on a system of multimedia projectors. *Architecture and Modern Information Technologies*, No.2(7). (in Russian)
5. Ivanova, A.S. (2018). The phenomenon of virtual reality in architectural environment. *Architecture and Design*, No.1, p.1-6. (in Russian)
6. Ivanova A.S. (2018) Virtual reality techniques in the works of M.C.Escher for architectural space design. *Urbanistika*, No.4, p.63–76. (in Russian)
7. Terenchuk, S., Pashko, A., Yeremenko, B., Kartavykh, S., Ershova, N. (2018). Modeling an intelligent system for the estimation of technical state of construction structures. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, No.3/2(93), p. 47–53.
8. Liu Xueling. (2016). Intelligent management construction system projects. *KANT*, No.4(21), p.142–146. (in Russian)
9. Korotkov, D.Yu., Chulkov, V.O. (2013). Life cycle of a construction object. *Mir Nauki. Pedagogika i psihologija*, No.1, p.1–6. (in Russian)
10. Nikishechkin, P.A., Dolgov, V.A., Grigoryev, S.N. (2023). Development of standard architectures of digital twins for industrial logistics systems of machine engineering companies at various stages of their life cycle. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Mashinostroenie*, No.5, p. 37–48. (in Russian)
11. Akhtamzyan, A.I. (2020). Potentialities, prospects for and specifics of using super-stable optical memory for storing museum databases and digital twins of museum artifacts. *Fotografija. Izobrazhenie. Dokument*, No.9, p. 84–89. (in Russian)
12. Prokopenko, I.V., Teterina, K.S., Saenko, I.A. (2023). Technologies of information modeling in the practice of architectural heritage restoration. *Urbanistika*, No.2, p.76–83. (in Russian)

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ СТАТЬИ

Здор, Н.С. Цифровые методы при архитектурно-экологической реновации зданий под общественную функцию / Н.С. Здор // Архитектон: известия вузов. – 2024. – №1(85). – URL: http://archvuz.ru/2024_1/2/ – doi: 10.47055/19904126_2024_1(85)_2

© Здор Н.С., 2024



Лицензия Creative Commons

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

Дата поступления: 26.12.2023