

Научная статья

Original article

УДК 338.483.12

doi: 10.55186/2413046X_2024_9_6_287

**ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ТУРИСТСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**TECHNOLOGIES FOR CREATION OF DIGITAL MODELS CULTURAL
HERITAGE OBJECTS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF
DIGITAL TWIN TECHNOLOGY IN TOURIST ACTIVITY**



***Благодарности:** Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/200.*

Волкова Татьяна Александровна, канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры международного туризма и менеджмента, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, E-mail: mist-next4@inbox.ru

Карагян Арсен Ваагнович, преподаватель кафедры геоинформатики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, E-mail: karagyan.arsen@yandex.ru

Кучер Максим Олегович, канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедры экономической, социальной и политической географии, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, E-mail: maxkucher93@gmail.com

Ряскин Арсений Алексеевич, кафедра геоинформатики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, E-mail:

arseniy.ryaskin@yandex.ru

Volkova Tatyana Aleksandrovna, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of International Tourism and Management, Kuban State University, Krasnodar, E-mail: mist-next4@inbox.ru

Karagyan Arsen Vaagnovich, Lecturer of the Department of Geoinformatics, Kuban State University, Krasnodar, E-mail: karagyan.arsen@yandex.ru

Kucher Maksim Olegovich, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic, Social and Political Geography, Kuban State University, Krasnodar, E-mail: maxkucher93@gmail.com

Ryaskin Arsenii Alekseevich, Department of Geoinformatics, Kuban State University, Krasnodar, E-mail: arseniy.ryaskin@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальный и малоизученный вопрос процесса создания цифровых двойников. При этом авторы фокусируются на технологии создания цифровых моделей объектов культурного наследия и перспектив их применения в туристской сфере. В рамках статьи особое внимание уделяется росту цифровизации производства и других процессов, в результате которых цифровые ресурсы начинают заменять физические. Статья освещает эволюцию цифровых технологий с середины 2010-х годов, отмечая прогресс в области вычислительных мощностей и снижение стоимости применения IT-технологий. Кроме того, в тексте затрагивается роль цифровых двойников в операционных процессах и выделяются методика генеративного моделирования для формирования цифровых моделей объектов. Этот подход предполагает использование алгоритмов и параметров для создания цифровых двойников. Таким образом, статья раскрывает значимость цифровизации для организаций и компаний, подчеркивая технологические изменения, которые способствуют созданию цифровых моделей объектов и использованию цифровых двойников в различных секторах, включая туристскую деятельность.

Abstract. This article discusses an urgent and little-studied issue of the process of creating digital twins. At the same time, the authors focus on the technology of creating digital models of cultural heritage sites and the prospects for their application in the tourism sector. Within the framework of the article, special attention is paid to the growth of digitalization of production and other processes, as a result of which digital resources begin to replace physical ones. The article highlights the evolution of digital technologies since the mid-2010s, noting the progress in computing power and the reduction in the cost of using IT technologies. In addition, the text touches on the role of digital twins in operational processes and highlights the methodology of generative modeling for the formation of digital models of objects. This approach involves using algorithms and parameters to create digital doubles. Thus, the article reveals the importance of digitalization for organizations and companies, emphasizing technological changes that contribute to the creation of digital models of objects and the use of digital counterparts in various sectors, including tourism.

Ключевые слова: цифровые двойники, цифровизация, информационные технологии, туризм, нейронные сети, объекты культурного наследия, экскурсии

Keywords: digital twins, digitalization, information technology, tourism, neural networks, cultural heritage sites, excursions

Предпосылки к возникновению концепции цифровых двойников заключаются в росте цифровизации производственных и иных процессов. В процессе цифровизации цифровые ресурсы заменяют физические. Организации анализировали последние тенденции и пытались определить, как цифровые решения могут помочь им оптимизировать свою работу в перспективе.

До середины 2010-х гг. технические ограничения замедляли разработку автоматизированных систем, способных в реальном времени отображать

свойства физических объектов. Однако прогресс в области цифровых технологий привел к повышению вычислительных мощностей и снижению стоимости их применения. Это позволило передовым компаниям интегрировать информационные технологии (ИТ) с операционными процессами в целях создания цифровых двойников.

В области вычислительного проектирования для формирования цифровых моделей объектов применяется методика генеративного моделирования. Методика предполагает применение комплекса алгоритмов и заранее определенных параметров для создания и модификации цифровых моделей в соответствии с алгоритмами или критериями, заданными пользователем. Данный процесс позволяет формировать модели, специально адаптированные для реализации определенных функций, например, для повышения эффективности использования энергии или для обеспечения идеальных условий для проживания и работы. Хотя результаты моделирования обычно предсказуемы, изменение параметров и предоставление большей свободы в их настройке может привести к самостоятельной организации архитектурной модели в соответствии с заданными правилами.

Генеративное моделирование может быть поделено на несколько видов: алгоритмическое моделирование, нодовое параметрическое моделирование и моделирование с использованием искусственных нейронных сетей.

Алгоритмическое проектирование представляет собой метод, в котором ПО используется для создания детализированных архитектурных объектов и систем. Программисты применяют языки программирования, чтобы формировать алгоритмы, способные производить сложные дизайны и структуры, недостижимые вручную. Устанавливая различные параметры и ограничения, они исследуют множество вариантов, оценивая их на основе критериев, таких как устойчивость, энергоэффективность, эстетика и т.д. Этот метод способствует разработке передовых проектов, повышению их

функциональности и автоматизации процессов в области проектирования и строительства.

Нодовое параметрическое проектирование – это методика, которая использует параметры и правила для определения формы и характеристик объектов. С помощью специализированного ПО (Grasshopper, Dynamo или Houdini), специалисты создают сеть узлов, каждый из которых выполняет определенную функцию. Эти узлы, выбираемые из обширной библиотеки, соединяются, формируя сеть, которая облегчает коллективную работу и обсуждение проектов благодаря своей визуальной наглядности и предоставляет новые возможности для дизайна.

Параметрическое проектирование представляет собой методику, при которой конфигурация модели поддается изменениям на основе определенных параметров, которые задают ее форму и характеристики. Эти параметры могут быть связаны между собой и адаптироваться согласно специфическим правилам, что обеспечивает ускоренное изменение модели. Данный подход широко используется в создании конструкций и компонентов, где необходимо учитывать многократность. Параметрическое моделирование обладает интуитивно понятным графическим интерфейсом, который может быть дополнен программированием для более тонкой настройки и адаптации.

Использование нейронных сетей в архитектуре и строительстве представляет собой инновационный подход, который набирает популярность. Эти сети обеспечивают повышенную точность и сложность в моделировании, однако они требуют обширной базы данных для тренировки и специализированных знаний в области программирования и машинного обучения [1].

Модели искусственных нейронных сетей (ИНС), вдохновленные функционированием мозга, являются разновидностью алгоритмов машинного обучения и представляют собой основу для того, что мы

называем искусственным интеллектом. ИНС состоят из множества слоев связанных обработчиков (узлов или нейронов). Каждый из этих нейронов принимает сигналы от предшествующих ему нейронов, обрабатывает их с помощью усвоенных в процессе обучения весов и смещений и передает результат следующему слою. Таким образом, ИНС могут обучаться распознавать сложные зависимости между входными и выходными данными, используя разнообразные алгоритмы, включая метод обратного распространения ошибок. ИНС находят применение в таких областях, как распознавание образов и речи, обработка естественного языка и выполнение прогностических функций.

Технологии создания цифровых моделей длительное время сдерживали технические ограничения. Они получили свое развитие с прорывом в развитии цифровых технологий во второй половине 2010-х. В этот период происходит кратное увеличение вычислительных мощностей и начинается качественно новый этап, позволяющий интегрировать информационные технологии (ИТ) в операционную деятельность предприятия.

Для создания цифровых моделей объектов в вычислительном проектировании используется технология генеративного моделирования – метода, основанного на использовании алгоритмов и правил для создания цифровых моделей, способных изменяться и развиваться согласно заданному алгоритму или параметрам, определенным пользователем.

Существует 3 метода (подхода) генеративного моделирования: алгоритмическое моделирование, нодовое параметрическое моделирование и моделирование с помощью нейросетей.

Каждый подход обладает своими особенностями и может быть использован под разные специфические задачи, связанные с созданием цифровых копий.

Наиболее популярная модель машинного обучения – модель искусственной нейронной сети (ИНС). Устройство работы данной модели

схоже с работой нейронной структуры человеческого мозга, поэтому после ее создания возникло новое понятие в проектировании с помощью нейронных сетей – искусственный интеллект (ИИ).

Моделирование с помощью нейросетей является наиболее сложным по структуре, современным, прорывным методом для развития технологии цифровых двойников. Машинное обучение способно вывести технологию на качественно новый уровень и создаст предпосылки для точного отслеживания и прогнозирования изменений объектов культурного наследия.

Развитие технологий цифрового моделирования в России и мире привело к появлению новых подходов в сохранении объектов культурного наследия, где создание цифровых двойников этих ценных объектов открывает перед нами возможности для их изучения, реставрации и защиты.

Процесс цифровизации в России определяется как одно из ключевых направлений стратегического развития экономики и социальной сферы. Создание электронных баз данных (в т.ч. сбор и обработка геопространственных данных) открывает новые горизонты для эффективного управления инвентаризацией, мониторингом, для защиты и регулирования объектов культурно-исторического значения, а также их широкой популяризации среди населения.

Национальный проект «Культура», разработанный в соответствии с указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и скорректированный в соответствии с указом Президента РФ от 21 июля 2020 г. №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» решает задачи равного доступа граждан к культурным объектам и мероприятиям страны [2].

В структуру национального проекта входят следующие федеральные проекты: «Культурная среда», «Творческие люди» и «Цифровая культура». Куратором проекта – заместитель Председателя Правительства РФ Татьяна

Голикова, руководитель – Министр культуры РФ Ольга Любимова.

В контексте государственной инициативы «Цифровая культура» происходит активное проникновение цифровых инноваций в сферу культурной жизни страны. За период с 2019 по 2024 гг. планируется организовать 466 виртуальных концертных залов и 637 онлайн-трансляций, создать 437 цифровых гида по лучшим выставочным проектам, оцифровать 22,5 тыс. фильмовых материалов Госфильмофонда России и 48 тыс. книжных памятников в Национальной электронной библиотеке (НЭБ).

В 2022 г. Президентскому фонду культурных инициатив Фондом сохранения и развития объектов культурного наследия на Втором конкурсе 2022 был представлен проект «Программа цифровизации объектов культурного наследия России». Концепция проекта заключалась в цифровизации объектов культурного наследия России через оцифровку экспозиции музея-заповедника «Прорыв блокады Ленинграда». Данный проект планировался как «проект создания комплексного цифрового двойника объекта культурного наследия, впервые реализуемый в России» и запрашивал сумму в размере в размере 20 млн 240 тыс. 757,50 руб. на его реализацию. Однако, он не получил поддержки.

20 августа 2020 г. Институт истории материальной культуры Российской академии наук (ИИМК РАН) завершил работу по созданию уникальной трехмерной модели Пальмиры (древнего города на территории современной Сирии, который имеет богатую историю и является объектом изучения для археологов, историков и культурологов). Пальмира входит в список объектов культурного наследия ЮНЕСКО. При создании модели были отсканированы 20 кв. км территории древнейшей Пальмиры.

Технологическим партнером проекта выступила «Группа компаний «Геоскан». В 2016 г., еще до последних разрушений, комплексами «Геоскан 201» была проведена аэрофотосъемка территории древнего города. В 2019 г. съемка была выполнена повторно. По материалам съемки была создана

трехмерная модель разрешением и точностью 3 см, в которой особое внимание было уделено проработке важнейших деталей древнего города, в первую очередь, наиболее пострадавших. Сложность задачи заключалась в необходимости объединить разнородные данные, полученные с промежутком в 4 года, сделанные с разным освещением, в разных условиях [3].

Как отмечал глава Россотрудничества Евгений Примаков, это самая масштабная цифровая модель исторических памятников в мире.

Другим значимым проектом российской группы технологических компаний «Геоскан» в области трехмерного моделирования является самый масштабный в мире проект с применением беспилотных авиационных систем (БАС) – 3D-модель целого субъекта РФ, Тульской области (проект НТИ), построенная из 6 млн фотографий, которые сделали беспилотники. Нарботками для создания крупномасштабной копии субъекта послужили трехмерная модель, ортофотоплан, цифровая модель местности и фотопанорамы города г. Томска, проведенные в 2014 г. компанией.

В Ленинградской области были созданы цифровые двойники трех объектов культурного наследия, деревянных церквей Присвирья. Цифровые двойники появились у трех деревянных храмов Подпорожского р-на области:

- церкви Воскресения Христова в деревне Курпово (Важины);
- храма Димитрия Солунского Мироточивого в деревне Щелейки;
- церкви Рождества Пресвятой Богородицы в деревне Гимрека.

Объекты находятся в разном состоянии с точки зрения сохранности [4].

В Краснодарском крае в настоящее время продолжается выполнение ряда работ по формированию баз геоданных муниципальных округов. Данные работы направлены на выполнение задач обновления и разработки Генеральных планов градостроительного развития. Развитие цифровых технологий для анализа и управления пространственными данными распространяется на территории РФ.

Студия «Itmus.ru» из России специализируется на создании трехмерных копий музейных экспонатов разнообразной направленности: от природных и исторических до технических и памятных. В процессе цифровизации экспонатов студия применяет научно-подтвержденные методики, включая использование профессиональных цветовых эталонов и фотограмметрических линеек, разработанных студией для точной фиксации масштабных и цветовых характеристик объектов. Команда «Itmus.ru» обладает 10-летним опытом в области фотограмметрии и 3D-сканирования музейных экспонатов, успешно оцифровав более 400 предметов, а также является экспертами с дипломами в области истории и музееведения. Музей занимает высокие позиции в мировом рейтинге, входя в двадцатку лучших в категории «Музеи» на ведущей платформе для размещения 3D-контента «Sketchfab» [5].

Процесс цифровизации в России – одно из ключевых направлений стратегического развития экономики и социальной сферы.

Национальный проект «Культура» решает задачи равного доступа граждан к культурным объектам и мероприятиям страны. Федеральный проект «Цифровая культура», направленный на реализацию данного нацпроекта, был решают задачи широкого внедрения цифровых технологий в культурное пространство страны.

Общероссийские проекты по цифровизации объектов культурного наследия не получают грантовой поддержки, однако частная группа компаний «Геоскан» реализует проекты общероссийского и мирового масштабов. Компания выступила технологическим партнером проекта Института истории материальной культуры Российской академии наук (ИИМК РАН) по созданию уникальной 3D-модели Пальмиры.

На текущий момент Россия испытывает дефицит в создании цифровых трехмерных моделей объектов культурного наследия. Не существует единого электронного ресурса, который бы предоставлял доступ и привлекал интерес

к объектам культурно-исторического наследия.

Значимыми мировыми проектами в области создания цифровых двойников являются цифровой двойник города-государства Сингапура, американские проекты по использованию технологии цифровых двойников при производстве автомобилей «Tesla» и созданию цифровых двойников ветряных электростанций компании «General Electric», а также цифровой двойник электроэнергетической системы Финляндии, созданный немецкой компанией «Siemens».

Концепция цифрового двойника в настоящее время предполагает наличие двух взаимодействующих сред: физической, где находится объект реального мира, и виртуальной, где существуют его цифровые аналоги. В виртуальном пространстве модели обмениваются данными, создавая полную картину о физическом объекте, хранящуюся в базах данных (БД).

Технология цифрового двойника демонстрирует выдающуюся эффективность в отраслях с длительными циклами разработки продуктов, где обслуживание оборудования осложнено и требуется высокая квалификация персонала. Первым шагом к интеграции этой технологии является создание цифровой копии конкретного элемента оборудования или процесса. После подтверждения эффективности применения цифрового двойника, концепция начинает масштабироваться. На каждом этапе расширения цифрового моделирования важно осуществлять контроль за процессом и оперативно решать возникающие проблемы.

В современной практике, концепция цифровых двойников включает в себя как реальные, так и виртуальные компоненты. Эта технология находит широкое применение в индустриях с длительными производственными циклами, где обслуживание оборудования представляет сложность и требуется высокий уровень квалификации персонала.

Технология активно используется в следующих отраслях экономики:

– медицина (в т.ч. медицинская промышленность);

– машиностроение (в частности, авиация и автопромышленность, в особенности – электроавтомобили).

Концепция цифрового двойника находит свое применение в ряде ключевых областей:

- в задачах, связанных с моделированием и повышением эффективности;
- на этапах проектирования, изготовления и использования разнообразных компонентов и структур;
- во время тестирования и симуляции других сложных технологических процессов.

Также технология используется для создания «умных» городов.

Общий тренд свидетельствует о том, что технология цифровых двойников будет продолжать развиваться и находить все новые применения в различных областях, повышая эффективность и качество жизни людей.

Отчет, опубликованный Всемирным экономическим форумом в 2022 г., указывает на то, что к 2030 г. применение технологии цифровых двойников может способствовать сокращению расходов на сумму до 280 млрд долл. В областях, связанных с городским планированием, строительством и управлением инфраструктурными проектами.

В отношении рыночной капитализации ожидается, что к 2026 г. она достигнет отметки в 48,2 млрд долл., при этом прогнозируемый годовой рост составит 58%.

В предвидении роста интереса к цифровым двойникам ожидается, что все больше компаний будет стремиться исследовать возможности этой технологии для улучшения своих операций, осуществления обоснованных стратегических решений в реальном времени и разработки передовых продуктов и бизнес-концепций. Промышленный сектор, в который активно вкладывают средства и сталкиваются с высокой сложностью производственных процессов, включая машиностроение, коммунальные услуги и энергетическую отрасль, уже начинает применять цифровые

двойники. Предполагается, что и другие отрасли присоединятся к этому тренду, учитывая значительные преимущества, которые предоставляет эта технология.

Тем не менее, следует осознавать, что существуют определенные барьеры, замедляющие прогресс в области цифровых двойников. Ключевые трудности при внедрении этой технологии на производственных предприятиях связаны с высокими затратами на реализацию и недостаточной квалификацией персонала. Будущее успешное развитие цифровых двойников будет зависеть от продолжения исследований и усовершенствований. Важным аспектом является разработка полноценного и детального нормативно-правового регулирования.

В России предпринимаются шаги по внедрению индустрии 4.0, которая создает условия для функционирования цифровых двойников. Существуют национальные стандарты, касающиеся индустрии 4.0 и цифровых двойников изделия. Несмотря на это, бизнес-процессы многих предприятий остаются незрелыми или сохраняют высокие риски незрелости для внедрения цифровизации.

Аналитик Мохаммад Хасан считает, что рост рынка цифровых двойников в мире произойдет с 2023 г. по 2027 г. и будет ежегодно увеличиваться на 30%. Всемирным экономическим форумом прогнозируется, что к 2030 г. применение технологии цифровых двойников позволит сэкономить 280 млрд долл. на городском планировании, строительстве и эксплуатации.

Применение цифровых двойников оптимизирует и автоматизирует работу на предприятиях, выводит на новый уровень работу с данными (мониторинг), способствует высокоэффективному принятию решений, экономит затраты в долгосрочной перспективе, предотвращает ошибки в работе системы. Однако, метод сложен для применения и масштабирования. Внедрение технологии требует больших материальных затрат и высокой квалификации кадров, которую будут глубоко погружены в технологию.

Туристская деятельность не относится к высокотехнологичным производствам с продолжительным циклом продукции и оказывается практически не затронутой данной технологией, несмотря на очевидные преимущества, которые несут в себе цифровые двойники. Но технология уже начинает проникать в туристскую деятельность и будет только расширять свое присутствие.

Среди технологий 3D-моделирования, построения архитектурных моделей, виртуальной, дополненной реальности, выделяется технология панорамной съемки VR360.

Эта технология позволяет получить панорамные изображения, которые в отличие от 3D-моделей являются максимально точными в части их визуального образа (отображения), однако могут (но не обязательно) быть искажены пропорции, углы, формы.

Если при визуализации, например, памятника архитектуры, ставится задача запечатлеть этот объект в виртуальной среде, то наилучшим вариантом будет использование нескольких технологий: 3D-модель с использованием технологии фотограмметрии, построенная 3D-модель с помощью моделирования (Blender, САD-системы) и объект, отснятый при помощи панорамной съемки. Такой набор технологий позволит покрыть самый широкий спектр задач, от снятия четких параметров объекта, таких как измерения модели по осям координат, вычислением объемов, других характеристик, расстояния между объектами и до ближайших ориентиров, привязки атрибутивных сведений об объекте и до тех характеристик, которые точно отвечают за визуальное восприятие объекта и окружающей среды. Именно панорамное изображение дает четкое представление о текстуре объекта, подстилающей поверхности, окружающей среде, о таких переменных факторах, как время суток, года, состояния погоды, наличие или отсутствие людей в зоне посещения объекта и т.д. Причем такие сведения могут быть весьма ценными при оценке различных параметров объекта,

например рекреационной нагрузки, проходимости в разное время и сезоны, а так же многих других параметров, требующих визуальной оценки.

С методической точки зрения возникает два вопроса о способах получения таких изображение и о соединении таких изображений с различными вариантами 3D-моделей изучаемых объектов.

По способам получения панорамных изображений можно выделить на верхнем уровне два варианта: самостоятельное создание и получение готовых панорам их общедоступных источников.

Первый вариант – самостоятельное создание панорам в формате VR360. Такой вариант наиболее трудоемкий и технологически сложный, однако дает большие преимущества. Оборудование для съемки достаточно дорогостоящее, как при использовании панорамной камеры, так и зеркального (беззеркального) фотоаппарата с панорамной головкой, кроме того, можно делать панорамную съемку с дронов некоторых модификаций. В зависимости от целей создания панорам стоимость камер может различаться от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов рублей. При этом есть возможность планировать нужные ракурсы, время съемки, качество, продолжительность и другие параметры. Если поставлена задача перенести трехмерный объект в формат цифровой модели (двойника), то детализация объекта с помощью панорамной съемки даст не только возможность запечатлеть все детали объекта, но и обеспечить привязку к обряжающей среде, ландшафту, различным ориентирам, что не предполагается при построении 3D-модели, где наоборот должны чаще всего обеспечить «чистоту» объекта, убирая лишние артефакты. В дальнейшем представляется возможным встраивать 3D-модель непосредственно в панораму, объединяя эти технологии для получения конечного мультимедийного продукта.

Второй вариант предполагает использование существующих библиотек панорамных съемок. Наиболее крупные из них – Google Street View, Яндекс Карты, панорамы Москвы на mos.ru. Помимо них существует огромное

количество сервисов по всему миру где хранятся панорамные изображения. Существует два сценария использования этих панорам. Либо их скачивают при помощи специальных программных средств, если сервис позволяет это делать, либо используют панорамы непосредственно с сервиса, как дополнение к 3D-модели. Стоит отметить, что на сегодняшний день среди крупных сервисов панорам лишь Google Street View дает беспрепятственно возможность скачивать панорамы сервиса.

Полученные разными способами панорамы возможно использовать для создания панорамных интерактивных туров. Интерактивность здесь заключается в возможности оснастить «внутренности» панорамы различной дополнительной информацией: фото, видео, аудио, текстовая информация, а также переход из одной локации в другую. Кроме того, интерактивность может быть представлена не только способом потребления какой-то информации (например, описание объекта, видео или звуки отснятого объекта или явления), на так же возможно и получение новой информации, т.е. может быть реализована исследовательская функция – измерение длин, площадей, объемов.

Список источников

1. Соколов А. В. Национальный проект «Культура» и книжная культура // Научные и технические библиотеки. 2022. № 6. С. 14–33. DOI 10.33186/1027-3689-2022-6-14-33. – EDN FRIVOQ.
2. Акшов Э. А. Использование вычислительного проектирования и искусственного интеллекта при моделировании архитектурных объектов // Архитектура и современные информационные технологии. 2023. № 2(63). С. 298–315. DOI 10.24412/1998-4839-2023-2-298-315. – EDN UTSNQI.
3. Создана детальная 3D-модель Пальмиры // Группа компаний Геоскан. URL: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/sozdana-detalnaya-3d-model-palmiry> (дата обращения: 28.06.24).
4. Три деревянных храма Ленобласти получили «цифровых двойников» //

Сетевое издание «Онлайн47.ру». URL: <https://online47.ru/2022/11/25/tri-derevyannykh-khrama-lenoblasti-poluchili-tsifrovyykh-dvoynikov-169293> (дата обращения: 28.06.24).

5. Создание цифровых двойников культурного наследия // Студия. ITMUS URL: <https://itmus.art/3dinmuseum> (дата обращения: 28.06.24).

References

1. Sokolov A. V. Nacional'nyj proekt «Kul'tura» i knizhnaya kul'tura // Nauchny`e i texnicheskie biblioteki. 2022. № 6. S. 14–33. DOI 10.33186/1027-3689-2022-6-14-33. – EDN FRIVOQ.

2. Akshov E. A. Ispol`zovanie vy`chislitel'nogo proektirovaniya i iskusstvennogo intellekta pri modelirovanii arxitekturny`x ob`ektov // Arxitektura i sovremenny`e informacionny`e texnologii. 2023. № 2(63). S. 298–315. DOI 10.24412/1998-4839-2023-2-298-315. – EDN UTSNQL.

3. Sozdana detal'naya 3D-model` Pal`miry` // Gruppa kompanij Geoskan. URL: <https://www.geoscan.ru/ru/blog/sozdana-detalnaya-3d-model-palmiry> (дата обрaшhения: 28.06.24).

4. Tri derevyanny`x xrama Lenoblasti poluchili «cifrovyy`x dvoynikov» // Setevoe izdanie «Onlajn47.ru». URL: <https://online47.ru/2022/11/25/tri-derevyannykh-khrama-lenoblasti-poluchili-tsifrovyykh-dvoynikov-169293> (дата обрaшhения: 28.06.24).

5. Sozdanie cifrovyy`x dvoynikov kul`turnogo naslediya // Studiya. ITMUS URL: <https://itmus.art/3dinmuseum> (дата обрaшhения: 28.06.24).

© Волкова Т.А., Карагян А.В., Кучер М.О., Ряскин А.А., 2024. Московский экономический журнал, 2024, № 6.