

ТЕОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ

Методика сохранения архитектурного наследия городов России на основе новых технологий цифровизации

УДК: 72.01: 004.9

DOI: 10.47055/19904126_2023_1(81)_9

Садыкова Лейсан Ирековна

аспирант кафедры теории архитектуры и профессиональных коммуникаций.

Научный руководитель: доктор архитектуры, профессор Л.П. Холодова,

Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова

Россия, Екатеринбург, e-mail: architectoramineva@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются вопросы совершенствования методики сохранения архитектурного наследия городов России с использованием цифровых технологий. Анализируются современные отечественные и зарубежные методы сохранения объектов архитектурного наследия. Производится оценка перспективного развития сохранения объектов архитектурного наследия на основе анализа глобальных трендов в области цифровых технологий. Предлагается методика сохранения объектов архитектурного наследия с использованием токенизированной информационной модели в блокчейн-экосистеме.

Ключевые слова:

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

Methods of architectural heritage conservation in russian cities based on new digitalization technologies

УДК: 72.01: 004.9

DOI: 10.47055/19904126_2023_1(81)_9

Sadykova Leysan I.

Doctoral student, Subdepartment of Theory of Architecture and Professional Communications.

Research supervisor: Professor L.P. Kholodova, Doctor habil. (Architecture),

Ural State University of Architecture and Art,

Russia, Yekaterinburg, e-mail: architectoramineva@mail.ru

Abstract

Issues in improvement of architectural heritage conservation in Russian cities using digital technologies are considered. Russian and international heritage conservation methods are reviewed. Prospects for architectural heritage conservation based on analysis of global trends in the field of digital technologies are assessed. A technique is proposed for architectural heritage conservation using a token information model in the blockchain ecosystem.

Keywords:

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

Введение

Сохранение объектов архитектурного наследия (далее ОАН) актуально на протяжении многих лет, в условиях современной урбанизации и интенсивно меняющихся глобальных трендов архитектурные объекты постепенно утрачивают свой первозданный вид и актуальность в контексте развития города, а переход к новому цифровому методу сохранения архитектурного наследия требует значительных преобразований.

Цель исследования – разработать методику сохранения архитектурного наследия в условиях современных цифровых возможностей на основе таких технологий как блокчейн, виртуальная реальность, дополненная реальность, NFT, метавселенная.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- анализ сложившихся зарубежных и отечественных подходов сохранения ОАН;
- изучение и периодизация глобальных трендов цифровизации;
- разработка методики сохранения ОАН.

Городская среда динамически и импульсивно развивается, расширяет свои границы, обновляется, либо остаётся в развитии и становится все более структурированной изнутри, на уровне объектов. На процесс оптимизации городской среды влияют экономическая ситуация, транспортные и инженерные коммуникации, социальные потребности, современные технологии строительства. Эти факторы меняют инфраструктуру города, в то время как процесс приспособления архитектурных объектов к обновленной среде более трудоемкий, длительный по времени и, в условиях потребности строительства объектов с максимальным использованием потенциала территории, эти объекты находятся в наиболее уязвимом положении как малоэффективная, нерентабельная недвижимость и нуждаются в сохранении.

Проблема сохранения наследия актуальна в России: за последние десять лет, согласно российскому статистическому ежегоднику-2022, было выявлено 44 327 объектов, включены в Единый реестр [1] 10 823 объекта, утрачены либо выведены из реестра 4572 объекта [2]. Таким образом, только 14% от выявленных объектов наследия остаются в реестре. В целях сохранения ОАН в России организована нормативная база, призванная регламентировать и направлять деятельность в области градостроительства и архитектуры. Исходя из Федерального закона об объектах культурного наследия народов РФ [3], памятники, вновь выявленные либо уже внесенные в Единый реестр, охраняются и реставрируются за счет бюджетных средств. Чтобы внести выявленный объект в реестр, организуется экспертиза, комплексная оценка этого объекта и выносится заключение о включении/исключении этого объекта. В результате инициированная недобросовестным застройщиком экспертиза способна выдать разрешение на лишение памятника архитектуры статуса и на его снос в дальнейшем.

Тенденции отечественных и зарубежных подходов к сохранению культурного наследия

Опыт сохранения ОАН неразрывно связан с взаимодействием государства и общества, например, субсидирование реконструкции, программы продажи с обязательной реставрацией, девелопмент объектов наследия, капитализация на основании культурного и познавательного туризма, совершенствование нормативной базы и методик сохранения. Перечисленные подходы сформировались в результате развития международной и отечественной теории и практики сохранения наследия во времени:

- XIX в. – начало XX в. – решение вопросов изучения и охраны культурных ценностей, поиск принципов и методов консервации и реставрации;
- начало XX в. – 1930 г. переход к монументальной охране наследия, обладающего универсальной ценностью, музеефикация и приватизация особо ценных объектов наследия, переход от охраны памятников старины к охране памятников XX в.;
- 1930–1970 гг. – консервационные подходы к наследию, развитие реконструкции, модернизации и перепрофилирования объектов наследия;
- 1970–2000 гг. – реконструктивные, прагматичные подходы к наследию, культурный туризм, реновация;
- 2000 г. по настоящее время – стратегическое планирование и управление объектами наследия в условиях глобализации.

В последние десять лет среди зарубежных и отечественных публикаций в сфере сохранения ОАН наблюдается повышенный интерес к новым трендам цифровизации. По применению технологий в методике сохранения наследия авторы делятся на три группы. В первой группе ученые рассматривают параметрическую модель BIM как цифровой аналог сохраняемого объекта [4, 5], интеграцию баз данных и геопространственных приложений в единую интероперабельную цифровую модель [6, 7]. Во второй группе авторы применяют технологию виртуальной реальности как инструмент для управления объектами и их сохранения [8, 9]. В третьей группе анализируется блокчейн и NFT как цифровое подтверждение интеллектуальной собственности в условиях глобализации [10–12].

В результате проведенного исследования выявлена тенденция перехода от аналогового сохранения ОАН к дигитальному.

Современные цифровые технологии для сохранения объектов архитектурного наследия

Для анализа и выявления глобальных трендов цифровизации в качестве инструмента для сохранения ОАН были использованы: «Мониторинг глобальных трендов цифровизации», разработанный компанией Ростелеком [13] и «Pure Cycle for Emerging Tech», представленный компанией Gartner [14].

На базе данных исследований рассмотрены основные тренды: виртуальная реальность (далее VR), дополненная реальность (далее AR), блокчейн, NFT, метавселенная. Технологии AR и VR впервые упоминаются с 2004г. и являются зрелыми трендами с 2018г., нашедшими широкую практику применения в повседневной жизни. Блокчейн появляется на аналитических кривых в 2016 г. на пике завышенных ожиданий и уже к 2019 г. переходит на плато продуктивности как устойчивый тренд. А вот NFT и метавселенная являются прорывными трендами, так как интерес к этим технологиям возник только в 2021–2022 гг.

Технологии дополненной реальности и виртуальной реальности

Технология AR позволяет искусственно встраивать цифровую модель в объективную реальность [15]. Уровень отображения может варьироваться от простого отображения информации до добавления виртуальных объектов. Функции AR возможно протестировать при помощи смартфонов, планшетов, носимых прозрачных AR очков или предупреждающих дисплеев (HUD). Технология VR, наоборот, позволяет полностью заменить среду иммерсивной компьютерной симуляцией с реалистичными звуками, изображениями и другим контентом. Пользователь может видеть виртуальную среду и взаимодействовать с ней от первого лица или через цифровой аватар – цифровое представление человека, которое облегчает взаимодействие с другими пользователями, виртуальными объектами или окружающей средой. Пользователи получают доступ к виртуальной среде с помощью гарнитуры, ручных контроллеров, перчаток, датчиков тела и детекторов движения [16].

Данные технологии позволяют взаимодействие с цифровым объектом и планирование ремонтных работ без физического присутствия. Благодаря обновлению данных без потери параметрических свойств виртуальной модели появляется возможность своевременного выявления критических замечаний и изменений, относящихся к конкретному элементу.

Блокчейн и NFT-токен

Блокчейн – это бессрочный реестр, который хранит данные в блоках, связанных между собой в цепочку, и позволяет организовать открытый обмен информацией. Технология блокчейн базируется на функции ввода исходных, связанных с объектом, метаданных и вывода результата, который однозначно эти данные идентифицирует. В данной технологии используются компьютерные технологии, такие как криптография, теория вероятностей, механизмы консенсуса и распределенные сети.

NFT (non-fungible token) – уникальный код, сертификат, являющийся записью в распределенном реестре, связываемый с объектом (картина, архитектурный объект). NFT используется для проверки подлинности и происхождения объекта, удостоверяет право собственности или предоставляет право на использование, копирование или демонстрацию актива. Например, с 31 августа по 7 сентября 2021 г. Государственный Эрмитаж в рамках проекта «Ваш токен хранится в Эрмитаже» выпустил в свет лимитированную серию NFT с цифровыми копиями мировых шедевров из своей коллекции. Серия представленных работ включает цифровые воспроизведения полотен всемирно известных художников [17]. Данный сертификат содержит уникальные данные, которые невозможно воспроизвести или скопировать вне распределенного реестра.

Метавселенная

Термин «метавселенная» используется с 1992 г. [18] и в настоящее время ссылается на концепцию иммерсивного и постоянного виртуального мира, в котором пользователи, используя аватары, могут общаться и взаимодействовать с окружающей средой, участвовать в социальной деятельности, аналогичной взаимодействиям в физическом мире. Метавселенная – это виртуальная среда, совмещающая физическое и цифровое взаимодействие, сопровождаемое конвергенцией между интернетом и расширенной реальностью [19]. Некоторые лидеры в сфере бизнеса и технологий утверждают, что метавселенная является новым способом коммуникации с онлайн-технологиями, другие утверждают, что метавселенная неизбежна, так как использование виртуальной среды уже происходит. Например, виртуальные среды в онлайн-мультиплеерах (ММО) Fortnite или Roblox. Эти ММО платформы предоставляют виртуальный интерактивный пользовательский интерфейс для проведения общественных мероприятий, например выставки, концерты и т.д. [20].

Использование токенизированных ОАН в виртуальной среде блокчейн-экосистем метавселенной может раскрыть потенциал применения цифровых моделей, например, в качестве выставочных объектов, для точного воссоздания исторической архитектурной застройки, либо для формирования сенсорной среды [21]. Результаты анализа технологий, приведенные в этом разделе, необходимы для лучшего понимания комплексного решения сохранения ОАН, которое будет рассмотрено в следующем разделе.

Методика сохранения ОАН с применением NFT токена в распределенном реестре блокчейн

При рассмотрении аналогичного применения NFT токена к ОАН, для размещения в блокчейне, были выявлены следующие особенности:

- оцифровка ОАН должна быть выполнена в соответствии с надежной базой данных и качественным моделированием оцифровываемого объекта;
- модель оцифрованного объекта должна быть информационной, т. е. содержать необходимые документы и параметры;
- использование оцифрованного объекта должно быть строго по назначению, благодаря NFT токenu возможно

ограничить использование цифрового произведения в соответствии с предварительно заключенным договором с сохранением права держателя токена на соответствующее целевое предназначение;

- NFT содержит уникальные данные, видимые только адресу, которому он принадлежит, но не препятствует копированию;
- приобретение NFT-токена за криптовалюту не поддерживается российским законодательством, соответственно, для покупки или продажи объекта необходимо обменять криптовалюту на фиатную [17];
- возможен взлом или хищение данных при неграмотном хранении закрытого криптографического ключа;
- затратное хранение информации на блокчейн серверах.

Выявленные особенности показывают, что покупка NFT сертификата и размещение оцифрованной модели в блокчейне без ее подтвержденной уникальности не гарантирует признание объекта архитектурным наследием и сохранение исключительных прав на объект, размещенный в метaprостранстве.

Для подтверждения подлинности и точности выполненной информационной модели необходимо междисциплинарное сотрудничество, объединенное в крупную структуру, например университет или министерство, которая способна не только оцифровывать объекты и восстанавливать их в цифровом пространстве с высокой точностью, но и организовывать экспертизу для оценки моделей, проверки на коллизии, обеспечивать техническую поддержку, поддерживать правовой статус, проектировать новые архитектурные объекты в цифровой среде.

Далее приводится методика сохранения ОАН с учетом анализа специфики оборота данных в блокчейн-экосистеме:

1. Производится трехмерное лазерное сканирование объекта. Возникает объект авторского права. В соответствии с п.1 ст. 1259 ГК РФ объекты авторского права – это произведения науки, литературы и искусства независимо от назначения и достоинства произведения, а также от способа их выражения [22].

2. Отсканированным объектам придается уникальность, параметризация с учетом исходных архивных данных, уникальных элементов декора, текстур при помощи постобработки квалифицированными специалистами.

3. В результате создается новая параметризованная информационная модель – BIM модель, которую следует поместить в организованном онлайн-реестре с признанным статусом архитектурного наследия.

4. Необходимо связать каждую вторичную цифровую модель с уникальным криптографическим сертификатом. В итоге возникают результаты интеллектуальной деятельности в формате NFT, каждый из которых содержит уникальную параметризованную модель с документацией, т. е. токенизованную вторичную цифровую модель.
5. Размещение токенизированной цифровой модели на NFT-маркетплейсе блокчейн-экосистемы.

6. Применение токенизированной цифровой модели в виртуальной среде метавселенной (Fortnite, Roblox и т.д.) с использованием AR и VR технологий для интерактивного взаимодействия пользователей.

Выводы

В результате проведенного исследования выявлена необходимость объективного и своевременного принятия решений в условиях интенсивно меняющихся глобальных трендов. Сохранение ОАН актуально на протяжении многих лет, но аналоговые объекты постепенно утрачивают свой первоначальный вид и актуальность в контексте развития города, а переход к новому цифровому методу требует значительных преобразований не только в культурной сфере, но и в экономической, законодательной. Представленная в данной работе методика раскрывает возможности использования NFT и блокчейн в условиях стремительного развития и усложнения технологии и дает гарантии прозрачности и непредвзятости.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Единый государственный реестр объектов культурного наследия. – URL: <http://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/>
2. Российский статистический ежегодник 2022. – URL: <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994>
3. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации: Федеральный Закон РФ от 25.06.2002 N 73. Принят 24 мая 2002 г. Госдумой и одобрен 14 июня 2002 г. Советом Федерации. – URL: <http://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-25062002-n-73-fz-ob/>
4. Osello, A., Luchibello, G, Morgagni, F. HBIM and Virtual tools: a new chance to preserve architectural heritage/ Anna Osello, Greta Luchibello, Francesco Morgagni // Buildings. – 2018. – January, – №8 (12). – URL: https://www.researchgate.net/publication/22640044_HBIM_and_Virtual_Tools_A_New_Chance_to_Preserve_architectural_heritage
5. Liu, H., Hou, M., Li, A., Xie, L. An automatic extraction method for the parameters of multi-LOD BIM models for typical components of wooden architectural heritage / H. Liu, M. Hou, A. Li, L. Xie// The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. – 2019. – September. – XLII-2-W15. – URL: https://www.researchgate.net/publication/35405853_an_automatic_extraction_method_for_the_parameters_of_multilod_bim_models_for_typical_components_of_wooden_architectural_heritage
6. Gil, A. Digital reconstructions a methodology for the study, preservation and dissemination of architectural heritage / Ana Gil // Arqueologica 2.0. – 2016 – September. – URL: https://www.researchgate.net/publication/308166433_DIGITAL_RECONSTRUCTIONS_A_methodology_for_the_study_preservation_and_dissemination_of_architectural_heritage

7. Albourae, A.T., Armenakis, C., Kyan, M. Architectural heritage visualization using interactive technologies / A.T. Albourae, C. Armenakis, M. Kyan // The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. – 2017. – September. – XLII-2-W5. – URL: https://www.researchgate.net/publication/319273096_ARCHITECTURAL_HERITAGE_VISUALISATION_USING_INTERACTIVE_TECHNOLOGIES
8. Ali Akif Yoruk, Abdullah Bulbul, Salah Haj Ismail 3D architectural heritage platform/ Ali Akif Yoruk, Abdullah Bulbul, Salah Haj Ismail // Journal of architecture, arts and heritage (JAH). – 2022 – November. – №1 (90). – URL: https://www.researchgate.net/publication/365805399_3D_Architectural_Heritage_Platform
9. Фазлеев, М.Ш., Дияров, Р.Н. Совершенствование туристической архитектурной среды города Чистополя Республики Татарстан на примере Толкишской мельницы с использованием метода цифрового туризма/ М.Ш. Фазлеев, Р.Н. Дияров // Изв. КГАСУ. – 2022. – №2 (60). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-turisticheskoy-arhitekturnoy-sredy-goroda-chistopolya-respubliki-tatarstan-na-primere-tolkishskoy-melnitsy-s/viewer>
10. Trcek, D. Cultural heritage preservation by using blockchain technologies/D. Trcek // Heritage science. – 2022. – Januар. – №10 (1). – URL: https://www.researchgate.net/publication/357715970_Cultural_heritage_preservation_by_using_blockchain_technologies
11. Yang, L., Yu, F., Nie, Y. Protection of Jingdezhen ceramic heritage based on blockchain technology / L.Yang, F.Yu, Y.Nie // Hindawi. – 2022. – August. – №25 (1-7). – URL: https://www.researchgate.net/publication/362662048_Protection_of_Jingdezhen_ceramic_heritage_based_on_blockchain_technology
12. Ипполитов, С.С. Интеллектуальная собственность и точки роста творческой индустрии в Российской экономике: блокчейн, крипто-арт, NFT-токенизация / С.С.Ипполитов // Культура и образование. – 2021. – №2 (41). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-sobstvennost-i-tochki-rosta-tvorcheskoy-industrii-v-rossiyskoy-ekonomike-blokcheyn-kripto-art-nft-tokenizatsiya/viewer>
13. Мониторинг глобальных трендов цифровизации 2020. – 2020. – с.19. – URL: https://www.company.rt.ru/upload/iblock/6e0/ROSTELECOM_TRENDS2020_INTERACTIVE_FINAL.pdf
14. Whats new in the 2022 Gartner hype cycle for emerging technologies. – 2022. – URL: <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technoloigies>
15. Bowling, O. The metaverse: who really wins? / Oliver Bowling // Oxford Business Review. – 2021. – 9 December. – URL: <https://oxfordbusinessreview.org/the-metaverse-who-really-wins/>
16. Centieiro H. The Roles of VR, AR, and MR on the Metaverse / H. Centieiro // Data Driven Investor. – 2022. – 7 January. – URL: <https://medium.datadriveninvestor.com/the-roles-of-vr-ar-and-mr-on-the-metaverse-593569cfb686>
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 в РФ. – 2021. – №9(240). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-opyt-realizatsii-tsifrovyyh-izobrazheniy-proizvedeniy-iz-sobraniya-muzeya-i-peredachi-prav-na-nih-s-ispolzovaniem/viewer>
18. Stephenson N. “Snow Crash” New York: Bantam books, 1992. – URL: <https://www.nealstephenson.com/snow-crash.html>
19. Lik-Hang Lee, Penguyan Zhou, Tristan Braud All one needs to know about Metaverse: a complete survey on technological singularity, virtual ecosystem and research agenda / Lik-Hang Lee, Penguyan Zhou, Tristan Braud // Journal of latex class files. – 2021. – September. – №8 (14). – 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
20. The Metaverse: Concepts and Issues for Congress. Congressional research service 2022. – 26 August,. – URL: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R47224.pdf>
21. Холодова Л.П. Теория восприятия: сенсорные качества среды / Л.П. Холодова // Архитектон: известия вузов. – 2007. – №4(20). – URL: http://archvuz.ru/2007_4/6 22. ГК РФ Статья 1259. Объекты авторского права. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/be05678dc42ddc67aae5be9ba9beebd367fb9a3f/

REFERENCES

1. Opendata.mkrf.ru, (2023). Unified State Register of Cultural Heritage Objects. [online] Available from: <http://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/> [Accessed 12 February 2023]. (in Russian)
2. Rosstat.gov.ru, (2022). Russian statistical yearbook 2022. [online] Available from: <http://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> [Accessed 12 February 2023]. (in Russian)
3. On Objects of Cultural Heritage (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation. Federal law of the Russian Federation of 25.06.2002 No.73-FZ. [online] Available from: <http://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-25062002-n-73-fz-ob/> [Accessed 12 February 2023]. (in Russian)
4. Osello, A., Luchibello, G. and Morgagni, F. (2018). HBIM and Virtual tools: a new chance to preserve architectural heritage. Buildings, [online]. Volume 8(1), pp.1-12. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322640044_HBIM_and_Virtual_Tools_A_New_Cnance_to_Preserve_architectural_heritage
5. Liu, H., Hou, M., Li, A. and Xie, L. (2019). An automatic extraction method for the parameters of multi-LOD BIM models for typical components of wooden architectural heritage. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. [online]. Volume XLII-2/W15, pp.679-685. Available from: https://www.researchgate.net/publication/335405853_an_automatic_extraction_method_for_the_parameters_of_multilod_bim_models_for_typical_components_of_wooden_architectural_heritage

6. Gil, A. (2016). Digital reconstructions a methodology for the study, preservation and dissemination of architectural heritage. In: *Arqueologica 2.0*. [online]. Valencia, p.24. Available from: https://www.researchgate.net/publication/308166433_DIGITAL_RECONSTRUCTIONS_A_methodology_for_the_study_preservation_and_dissemination_of_architectural_heritage
7. Albourae, A.T., Armenakis, C. and Kyan, M. (2017) Architectural heritage visualization using interactive technologies. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. [online]. Volume XLII-2-W5, p.7-13. Available from: https://www.researchgate.net/publication/319273096_ARCHITECTURAL_HERITAGE_VISUALISATION_USING_INTERACTIVE_TECHNOLOGIES
8. Yoruk, A.A., Bulbul, A. and Ismail, S.H. (2022). 3D architectural heritage platform. *Journal of Architecture, Arts and Heritage (JAH)* [online], Volume 1(2), p.65-90. Available from: https://www.researchgate.net/publication/365805399_3D_Architectural_Heritage_Platform
9. Fazleev, M.S. and Diyarov, R.N.(2022). Improvement of the tourist architectural environment of the city of Chistopol, the Republic of Tatarstan, on the example of the Tolkish mill using the digital tourism method. *Izvestiya KGASU* [online], Volume 2(60), p.104-114. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-turisticheskoy-arhitekturnoy-sredy-goroda-chistopolya-respubliki-tatarstan-na-primere-tolkishskoy-melnitsy-s/viewer> (in Russian)
10. Trcek, D. (2022). Cultural heritage preservation by using blockchain technologies. *Heritage Science* [online], Volume 10(1), p.1-11. Available from: https://www.researchgate.net/publication/357715970_Cultural_heritage_preservation_by_using_blockchain_technologies
11. Yang, L., Yu, F. and Nie, Y. (2022). Protection of Jingdezhen ceramic heritage based on blockchain technology. *Hindawi* [online], Volume 25, p.1-7. Available from: https://www.researchgate.net/publication/362662048_Protection_of_Jingdezhen_ceramic_heritage_based_on_blockchain_technology
12. Ippolitov, S.S. (2021). Intellectual property and growth points of the creative industry in the Russian economy: blockchain, crypto-art, NFT-tokenization. *Kultura i Obrazovaniye* [online], Volume 2(41), p.5-18. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-sobstvennost-i-tochki-rosta-tvorcheskoy-industrii-v-rossiyskoy-ekonomike-blokcheyn-kripto-art-nft-tokenizatsiya/viewer> (in Russian)
13. Company.rt.ru, (2022). Monitoring of global digitalization trends 2022. [online] Available from: https://www.company.rt.ru/upload/iblock/6e0/ROSTELECOM_TRENDS2020_INTERACTIVE_FINAL.pdf [Accessed 18 January 2023]. (in Russian)
14. Gartner.com, (2022). What's new in the 2022 Gartner hype cycle for emerging technologies. [online] Available from: <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2022-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies> [Accessed 18 January 2023]. (in Russian)
15. Bowling, O. (2021). The metaverse: who really wins? [online]. *Oxford Business Review*. Available at: <https://oxfordbusinessreview.org/the-metaverse-who-really-wins/> [Accessed 18 January 2023].
16. Centieiro, H. (2022). The Roles of VR, AR, and MR on the Metaverse. [online]. *Data Driven Investor*. Available at: <https://medium.datadriveninvestor.com/the-roles-of-vr-ar-and-mr-on-the-metaverse-593569cfb686> [Accessed 18 January 2023].
17. Tsiguleva, M.V. (2021). The first experience of realizing digital images of works from the museums collection and transferring the rights to them using non-fungible tokens. *Imushchestvennyye Otnosheniya v RF* [online], Volume 9(240), p.84-95. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervyy-opyt-realizatsii-tsifrovyyh-izobrazheniy-proizvedeny-iz-sobraniya-muzeya-i-peredachi-prav-na-nih-s-ispolzovaniem/viewer> (in Russian)
18. Stephenson, N. (1992). *Snow Crash*. New York: Bantam books.
19. Lee, L.H., Zhou, P. and Braud, T. (2021). All one needs to know about Metaverse: a complete survey on technological singularity, virtual ecosystem and research agenda. *Journal of Latex Class Files* [online], Volume 14(8), p.1-66. Available from: https://www.researchgate.net/publication/355172308_all_one_needs_to_know_about_metaverse_a_complete_survey_on_technological_singularity_virtual_ecosystem_and_research_agenda
20. Sgp.fas.org, (2022). The Metaverse: Concepts and Issues for Congress. Congressional research service. [online]. Available from: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R47224.pdf> [Accessed 12 February 2023].
21. Kholodova, L.P. (2007). Theory of perception: sensory qualities of the environment. *Architecton: Proceedings of Higher Education*. [online], 4(20). Available from: http://archvuz.ru/en/2007_4/6 (in Russian)
22. Article 1259. Objects of Copyright. Civil Code of the Russian Federation from 21.11.1994. [online]. Available from: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/be05678dc42ddc67aae5be9ba9beebd367fb9a3f/ [Accessed 12 February 2023]. (in Russian)

© Садыкова Л. И., 2023



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons "Attribution-ShareAlike"

("Атрибуция - на тех же условиях"). 4.0 Всемирная

Дата поступления: 16.12.2022