

Информационное общество и власть

МЕТАВСЕЛЕННЫЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДАМИ: ГЛОБАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ И ЕЁ ПЕРСПЕКТИВЫ В МОСКВЕ

Статья рекомендована к публикации главным редактором Т. В. Ершовой 09.02.2024.

Куценко Евгений Сергеевич

Кандидат экономических наук, доцент

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт статистических исследований и экономики знаний, Центр «Российская кластерная обсерватория», директор

Москва, Российская Федерация

ekutsenko@hse.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0335-1944>, SPIN-код: 1039-2440, Scopus AuthorID: 55903194100

Осташенко Татьяна Викторовна

Кандидат экономических наук

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт статистических исследований и экономики знаний, Центр «Российская кластерная обсерватория», ведущий эксперт

Москва, Российская Федерация

tostashhenko@hse.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3741-7865>, SPIN-код: 7613-5282, Scopus AuthorID: 57209541671

Боос Виктория Олеговна

Кандидат экономических наук, доцент

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт статистических исследований и экономики знаний, Центр «Российская кластерная обсерватория», ведущий эксперт

Москва, Российская Федерация

vboos@hse.ru

SPIN-код: 9792-7387

Аннотация

В статье исследуется мировой опыт реализации проектов метавселенных в городах. Рассмотрены многофункциональные платформы в Дубае и Сеуле, цифровые двойники американского Орlando, Шанхая, городов Европейского союза, Сингапура и Москвы, а также сквозная экосистема виртуального города «Матрешка Ренессанс». Установлено, что большинство проектов реализуются в формате коммуникационных площадок, платформ для предоставления государственных сервисов, создающих ощущение присутствия, а также цифровых двойников городского пространства и достопримечательностей. Предложены траектории дальнейшего развития городских метавселенных на примере Москвы с учетом глобальных технологических трендов, реальных задач государственного и муниципального управления, а также экономической целесообразности реализации масштабных проектов цифровизации.

Ключевые слова

город; метавселенная; цифровой двойник; NFT; виртуальная реальность; дополненная реальность

© Куценко Е.С., Осташенко Т.В., Боос В.О., 2024

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

https://doi.org/10.52605/16059921_2024_05_62

Введение

Наращение сложности и скорости технологических изменений способствует глубоким преобразованиям экономики и социальной сферы, а «неопределенность» и «турбулентность» [15; 16] становятся характерными атрибутами современного мироустройства, которые побуждают не только страны, но и города формировать национальную и местную политику, опираясь на долгосрочные технологические тренды. Особую актуальность приобретает городская тематика в свете растущего уровня урбанизации. По одной из оценок, к 2050 г. в городах будут проживать две трети человечества, а в развитых странах доля городского населения достигнет 86% [64].

Глобальная конкурентоспособность города сегодня зависит не только от объективных предпосылок – территориального расположения, административного и исторического статусов, но и все в большей мере определяется качеством технологического предвидения и скоростью внедрения инноваций в городскую среду. Одним из зарождающихся мировых технологических трендов, который постепенно проникает в сферу городского управления, являются проекты метавселенных, основанные на идее конвергенции физической и виртуальной реальности.

Концепция метавселенной берет свое начало в научно-фантастической литературе. Впервые она была описана в 1992 г. в книге Нила Стивенсона «Лавина» и представляла собой альтернативный виртуальный мир, населенный аватарами реальных людей [57]. Спустя три десятилетия некогда футуристическая идея присутствия в цифровом пространстве приобрела реальные формы и воплощения, а возможности виртуализации самых разных сфер жизни от медицины до туризма и государственных услуг продолжают стремительно расширяться.

Вместе с тем концепции метавселенных все еще находятся на этапе своего становления. Об этом свидетельствуют разные подходы к пониманию их будущего устройства. По мнению экспертов McKinsey, метавселенные будут органично сочетать цифровую и физическую жизнь, создавая ощущение присутствия в реальном времени [45]. Европейская комиссия рассматривает метавселенные как трехмерную цифровую среду с использованием технологий виртуальной¹ (Virtual Reality, VR) и дополненной² (Augmented Reality, AR) реальности, в которой люди могут общаться, сотрудничать, вести бизнес, посещать культурные или развлекательные мероприятия [24]. Более развернутую дефиницию предлагает визионер и теоретик метавселенных М. Болл, представляющий их как «широкомасштабную интероперабельную³ сеть трехмерных виртуальных миров, визуализируемых в реальном времени, в которой неограниченное одномоментное число пользователей могут получать синхронный и персистентный⁴ опыт с ощущением личного присутствия и с непрерывностью данных» [2, С. 54].

Сегодня метавселенные стали одним из наиболее обсуждаемых технологических трендов и, по данным Google Trends, превосходят криптовалюты и искусственный интеллект по числу глобальных поисковых запросов [27]. Активизации интереса к метареальности, в частности, способствовали вынужденные ограничительные меры, сопровождавшие период пандемии COVID-19, когда число пользователей цифровых площадок достигло беспрецедентного уровня. Значительный всплеск внимания к метавселенным пришелся на 2021 г., когда компания Facebook⁵ анонсировала ребрендинг в Meta⁶ и бюджет в размере 10 млрд долл. США на развитие VR- и AR-технологий. Вслед за медиагигантом о намерениях разработки метапространства заявили и другие крупнейшие корпорации, в числе которых Microsoft, Epic Games, Huawei, NetEase, Tencent, Baidu, ByteDance, Alibaba, Siemens и Nvidia.

По прогнозам некоторых экспертов, метавселенная станет новой версией интернета – Web3.0⁷ [35; 60], иммерсивной (с эффектом присутствия), интероперабельной (совместимой),

¹ Технологии, с помощью которых на основе цифровых данных строится виртуальный мир, создающий ощущение присутствия и заменяющий реальный мир.

² Технологии, с помощью которых виртуальные объекты накладываются на реальный мир.

³ Функционально совместимая с другими метавселенными [2].

⁴ Сохраняющий данные обо всех предыдущих событиях в метавселенной [2].

⁵ Признана в России экстремистской организацией.

⁶ Признана в России экстремистской организацией.

⁷ Идея нового поколения децентрализованного Интернета на базе технологии блокчейн.

децентрализованной на базе технологии блокчейн⁸. Предполагается, что именно децентрализованный аспект блокчейна повысит функциональную совместимость между виртуальными платформами, и в обозримом будущем пользователи смогут перемещаться между метавселенными и переводить цифровые активы между ними так же легко, как сегодня переходят между веб-страницами в браузере. Существует и противоположная точка зрения, согласно которой метавселенная и Web3.0 представляют собой разные концепции, поскольку трехмерность не является обязательным критерием Web3.0, тогда как децентрализация не является необходимым условием развития метавселенных [2; 31]. Последние могут функционировать и в рамках централизованных платформ, предоставляемых такими агрегаторами, как Google, Apple, Microsoft, Amazon и Facebook [2]. Дискуссионным, в частности, является положение о том, что обязательным атрибутом метавселенной являются AR- и VR-технологии, а аргументом в пользу него является то, что именно эти технологии позволяют создать реалистичную трехмерную среду и ощущение присутствия [22].

При рассмотрении разновидностей проектов метавселенных в научной литературе в качестве классификационных признаков используются степень сходства с реальным миром, уровень погружения, цели взаимодействия [22]. Согласно другому подходу, метавселенные подразделяются на четыре типа: дополненная реальность; повседневный опыт (реализуется через социальные сети); зеркальный мир (копирует реальный мир, интегрируя информацию о внешней среде); виртуальная реальность [42]. В настоящем исследовании городские проекты метавселенных рассматриваются во всей широте их реального применения, после чего на основе анализа реализуемых в них типовых функций предлагается концептуальное видение траекторий их дальнейшего развития.

Несмотря на усиление внимания к метавселенным в академической [52; 68] и экспертной среде [2; 31], на сегодняшний день городские проекты все еще не имеют четких контуров. Прежде всего, это объясняется тем, что большинство действующих инициатив носят экспериментальный характер. Кроме того, некоторые проекты эксплуатируют новую популярную концепцию для привлечения пользователей и потенциальных инвесторов [67]. Ряд исследователей ожидают, что метавселенные повысят эффективность городского планирования и снизят экологические риски за счет применения технологии цифровых двойников, а значит, станут новым этапом эволюции «умного города» [41; 68]. При этом важно уточнить, что сама по себе технология цифровых двойников не равноценна метавселенной, а является одним из её составных блоков наряду с технологиями искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, блокчейна, 5G, на которых она базируется [32; 68].

Сегодня в России активное развитие получили многочисленные проекты цифровизации, связанные с «умной» трансформацией городов. Например, в их числе ведомственный проект Минстроя России «Умный город» [9]; открытая онлайн-платформа для взаимодействия жителей и власти «Умные города Росатома» [10]; консалтинговые проекты КБ «Стрелка» в области разработки цифровых платформ для проектов пространственного развития территорий, в том числе с использованием AR-технологий [11]; инициативы Департамента информационных технологий Москвы в области разработки цифрового двойника города и платформы Мета Москва [7]. Практически во всех реализуемых проектах фигурирует технология цифровых двойников. Например, критериями оценки уровня цифровой трансформации муниципальных образований в рамках индекса «IQ городов» [33] являются наличие цифрового двойника города, предоставляющего информацию в режиме реального времени для принятия управленческих решений, а также наличие цифровой платформы вовлечения граждан в решение вопросов городского развития, что может стать предпосылкой для дальнейшей приоритизации развития городских метавселенных через подобные проекты. При этом впервые разработка платформы метавселенной была анонсирована в столице в 2023 г.

Ожидается, что в ближайшие годы метавселенные откроют новые возможности для управления городом, предоставления государственных сервисов, ведения бизнеса, оказания услуг в области образования, здравоохранения и туризма, а также расширят формат деловых и неформальных коммуникаций, дополнив их интерактивными инструментами и повысив

⁸ Тип распределенной базы данных, права по обновлению которой распределяются между узлами или участниками общедоступной или частной компьютерной сети, за счет чего обеспечивается постоянная, защищенная от изменений, прозрачная запись данных и транзакций.

результативность [2; 39]. В этом контексте особенно важным становится поиск перспективных концептуальных моделей развития городских метавселенных, способных обеспечить наиболее продуктивное использование местных ресурсов, повысить эффективность оказания муниципальных услуг и уровень комфорта городской среды, улучшить качество и увеличить скорость взаимодействия между людьми, включая укрепление диалога между бизнесом и государством, и, наконец, усилить привлекательность мировых мегаполисов.

Целью исследования является системное рассмотрение действующих проектов городских метавселенных сквозь призму концептуальных подходов к назначению и функциям города, а также формирование реалистичного образа городской метавселенной, способного выступить основой для инициатив местных органов власти в сфере внедрения цифровых технологий, на примере Москвы.

Мировой опыт создания городских метавселенных

Ряд мировых городов, поддерживая тренд к виртуализации коммуникаций и пространства, объявили о запуске собственных проектов метавселенных. Их развитие сегодня происходит по двум основным направлениям: метавселенные, которые сочетают в рамках одной платформы городскую среду реального города, воссоздаваемую с помощью технологии цифровых двойников, и разнообразные сервисы; виртуальные, несуществующие в действительности города. Отдельно следует выделить цифровые двойники городов, представляющие собой высокоточные модели физических объектов, которые используются для планирования территории, тестирования градостроительных решений и обновляются в режиме реального времени. Не являясь метавселенной в полном смысле слова, цифровая копия города может стать отправной точкой к запуску полнофункциональной платформы. По этой причине проекты, основанные на технологии цифровых двойников, также рассматривались в настоящем исследовании.

Дубай (Metaverse Dubai) является одним из первых в мире виртуальных мегаполисов, внутри которого можно принять участие в массовых мероприятиях, развивать сообщества и расширять свой бизнес [47]. Платформа позволяет покупать и продавать цифровую недвижимость в виде невзаимозаменяемых токенов, подтверждающих уникальное право собственности на цифровые активы (NFT). Метагород визуализирован в виде реальной карты самых престижных районов Дубая и воссоздает эстетику, геометрию и топографию физического пространства. Власти города делают ставку на стремительное развитие метавселенных и предпринимают шаги, направленные на превращение Metaverse Dubai в мировой виртуальный хаб. С этой целью в 2022 г. была разработана специальная стратегия Dubai Metaverse Strategy, направленная на поощрение инноваций в области смешанной, расширенной, виртуальной и дополненной реальности, Web3 и цифровых двойников [21]. Предполагается, что эти технологии станут востребованными в туризме, образовании, ритейле, здравоохранении, индустрии развлечений и будут способствовать укреплению сотрудничества между представителями власти и бизнеса. Для достижения обозначенных целей Дубай планирует привлечь более 1 тыс. компаний, специализирующихся на блокчейне и разработке проектов метавселенных, а также создать более 40 тыс. виртуальных рабочих мест к концу десятилетия.

В начале 2023 г. Сеул объявил о запуске собственной метавселенной Metabus Seoul [46]. К этому событию южнокорейская столица готовилась с 2021 г., выпустив пятилетний план строительства метагорода и направив 3,8 млрд долл. США инвестиций. Предполагается, что Metabus Seoul станет площадкой для предоставления государственных услуг, цифрового туризма, развития образовательных технологий и коммуникаций. В частности, в метапространстве возведена Сеульская лаборатория финансовых технологий, деятельность которой направлена на создание виртуального финтех-кластера и предоставление удаленных консультаций для бизнеса; размещено агентство Invest Seoul Center, поддерживающее развитие зарубежных стартапов в Сеуле; создан виртуальный университетский кампус со свободным доступом к образовательным программам; разработаны виртуальные копии достопримечательностей, в том числе центральная площадь Кванхвамун, дворец Токсугун, крупнейшая торговая площадь – рынок Намдэун, городская библиотека, а ежегодный сеульский Фестиваль фонарей отныне можно увидеть в метавселенной из любой точки мира.

Среди проектов цифровых двойников городов более расширенной функциональностью обладает виртуальная копия американского Орlando (штат Флорида, США), разработанная мэрией в партнерстве с разработчиком видеоигр Unity Technologies и представляющая собой

высокоточную 3D-панораму города, площадью более 2 тыс. кв. км [50]. Виртуальная копия создана для использования органами государственной власти совместно с инвесторами, местными компаниями, некоммерческими организациями и другими стейкхолдерами в качестве инструмента для городского планирования и развития инфраструктуры, моделирования проектов, отслеживания входящего и исходящего трафика талантов, а также для формирования технологического имиджа города. Представители власти намерены превратить город в центр метавселенной (MetaCenter) и объявили об открытии 2.5 тыс. вакансий, связанных с разработкой цифровых миров. Предполагается, что MetaCenter объединит инновационную экосистему Орlando и станет точкой притяжения творческих и корпоративных лидеров.

В 2020 г. ряды виртуальных городов пополнил Шанхай. Разработчиком этого проекта выступила компания 51World – мировой поставщик технологий цифровых двойников [14]. Виртуальный город охватил пространство в 3.8 тыс. кв. км, на котором разместились более двадцати знаковых достопримечательностей, включая телебашню «Восточная жемчужина» и Шанхайскую башню – одно из самых высоких сооружений в мире. Цифровая копия построена на основе информации, получаемой со спутников, дронов и специальных датчиков, и позволяет управлять городом, осуществлять планирование территории, регулировать транспортные потоки, а также демонстрировать жителям будущие городские объекты.

В Европейском союзе перспективы развития виртуальной реальности обсуждались в рамках специально созданной в 2022 г. промышленной коалиции (VR/AR Industrial Coalition) [24]. Цель её формирования состояла в структурированном диалоге между политиками, предпринимателями, национальными и региональными ассоциациями по вопросам применения AR- и VR-технологий в здравоохранении, образовании, искусстве, дизайне, логистике, инжиниринге и производстве; создания конвейерной системы освоения необходимых цифровых навыков; разработки виртуальных копий объектов европейского культурного наследия. По итогам обсуждений в 2023 г. Европейская комиссия разработала концепцию в области Web 4.0⁹ и виртуальных миров [25]. Среди действующих инициатив, финансируемых из европейского бюджета, – платформа городских цифровых двойников, где пилотными проектами стали Фландрия (Бельгия), Пльзень (Чехия) и Афины (Греция) [65]. Виртуальная копия города является инструментом анализа движения транспорта, качества воздуха, уровня шума и других городских факторов, что позволяет оперативно реагировать на события и моделировать альтернативные управленческие стратегии.

В Сингапуре динамичная трехмерная копия города с открытым исходным кодом используется властями для развития инфраструктуры, оптимизации проектирования зданий и энергопотребления, разработки сценариев развития территории, а также предупреждения стихийных бедствий [56]. В частности, с использованием технологии цифровых двойников было определено оптимальное расположение солнечных фотоэлектрических систем, обеспечивающее наиболее высокую выработку энергии, и сформирована соответствующая дорожная карта на период до 2050 г. Применение данной технологии позволило сократить расходы Сингапура на непрерывную топографическую съемку на 82.8%, высвободив 20.2 млн долл. США бюджетных средств [1].

Москва также стала обладателем цифрового двойника. Трехмерная модель площадью свыше 2.5 тыс. кв. км является инструментом управления столицей, используется местной администрацией и другими правомочными организациями для планирования застройки города, моделирования объектов, оптимизации транспортных потоков на основе точных данных, получаемых в режиме реального времени [13].

Кроме того, в России с 2022 г. действует метавселенная «Матрешка Ренессанс» – трехмерный виртуальный город, созданный Агентством иммерсивных коммуникаций «Новая реальность» для проведения деловых, выставочных, познавательных и развлекательных мероприятий и организации нетворкинга [8]. Структура метавселенной представляет собой многомерную экономическую матрицу, объединяющую отраслевые и территориальные кластеры. Виртуальные павильоны регионов предназначены для размещения проектов администраций, зон инвестиционной политики и предпринимательства, науки, образования, культуры, туризма и

⁹ Четвертое поколение Интернета, основанное на использовании искусственного и окружающего интеллекта, Интернета вещей, блокчейна, виртуальных миров и возможностей расширенной реальности (Extended Reality, XR), в котором цифровые и реальные объекты полностью интегрированы и взаимодействуют друг с другом, обеспечивая интуитивно понятный, захватывающий опыт, соединяющий физический и цифровой миры [17].

спорта. Дополнительно в каждом кластере будут представлены цифровые двойники промышленных объектов и трехмерные стенды с образцами продукции. Таким образом, данный проект метавселенной не ассоциирован с конкретным городом, а представляет собой сквозную экосистему, которая направлена на развитие творческой, инновационной и предпринимательской активности, организации сообществ и межрегиональной кооперации.

Концептуальные траектории развития городских метавселенных

Первые проекты городских метавселенных демонстрируют потенциально широкие возможности для кооперации власти, бизнеса, науки и граждан и совершенствования системы городского управления. Рассматривая возникновение метавселенных как новый этап эволюции городов, при прогнозировании сценариев их дальнейшего развития важно учитывать основные концептуальные подходы к урбанизации и её теоретические предпосылки. В исследованиях разных эпох, не утративших свою актуальность, освещаются следующие ключевые функции города, которые преобразуются под влиянием метавселенных:

- место для жизни;
- коммуникационная платформа;
- площадка для торговли;
- место потребления общественных благ и оказания сервисов;
- пространство для досуга и творческой самореализации.

Концептуальный взгляд на город как место для жизни описан в работах Э. Берджесса [17] и А. Лефевра [43]. В соответствии с этим подходом физическое пространство города неразрывно связано с населяющими его социальными группами и представляет собой ключевой городской ресурс. В частности, Э. Берджесс разработал модель «концентрических зон» для отражения социальной неоднородности городского пространства, которое расширяется из центрального делового района и подвергается естественному зонированию. Согласно А. Лефевру, в активном создании городского пространства участвуют его жители, что порождает разницу между задуманным пространством и тем, как горожане используют его в действительности. В ряду современных исследований – книга Э. Глейзера «Триумф города», в которой выполнен анализ эффективности использования городского пространства, показавший, что высокая плотность городской жизни обеспечивает более экономичное использование ресурсов по сравнению с рассредоточенной моделью проживания в субурбанизированной зоне [26]. Таким образом, в городе человек получает больше благ и удобств в расчете на денежную единицу, чем где-либо еще. Сегодня область предметных исследований заметно расширилась, при этом научной концептуализации подвергается не только городское пространство, но и возможности применения в нем современных технологических решений [40]. Так, потребность в более эффективном использовании городской среды уже привела к появлению высокоточных городских панорам (например, проекты в Москве, Шанхае, Сингапуре и Орландо в американском штате Флорида). Подобные проекты позволяют изучать ключевые параметры жизнедеятельности города, но в будущем перспективным продолжением развития их функциональности могут стать интеграция инструментов планирования и моделирования сценариев пространственного развития города, тестирование новых городских маршрутов, примерка зданий, общественных пространств, арт-объектов или мест временного благоустройства. Особую ценность такие технологические решения представляют для бизнеса при планировании инвестиционных городских проектов и оценке потенциальной прибыльности своей инициативы. Кроме того, подробная 3D-модель города с описанием его ландшафтно-географических и физических параметров может стать надежной информационной базой для тестирования экологических рисков – проведения аналитических стресс-тестов, имитирующих техногенные катастрофы или инерционные и деградирующие состояния города.

Представления о городе как коммуникационной платформе стали одной из фундаментальных концепций, которая объясняет возникновение городов, начиная, как минимум, с модели греческих полисов. Так, основой формирования последних, согласно теориям, упоминаемым в книге датского историка-антиковеда, доктора М. Х. Хансена, была не единая урбанизированная территория, а общинные связи между жителями распределенных в пространстве деревень [28]. Данная концепция, в частности, отражена в публикациях американского социолога Л. Джеффреса, который ввел термин «Communication city», заложив в него понимание городского сообщества, развивающего качество своих коммуникаций для

достижения баланса между изменениями и стабильностью [37]. Отрыв социальных контактов от традиционных городских физических пространств, пережитый в период пандемии COVID-19, позволил убедиться в ряде преимуществ общения в виртуальной среде, в числе которых экономия на транспортных и временных издержках пользователями платформ, экологичность, высокий уровень инклюзивности, легкость в преодолении психологических барьеров социального взаимодействия, и сформировал волну спроса на реалистичные коммуникационные площадки. При этом до настоящего времени этот спрос удовлетворен лишь частично в силу следующих причин: низкий охват сетями 5G, значительная стоимость и лимитированная мощность серверов для хранения данных, дороговизна технических средств реализации, в том числе очков виртуальной и дополненной реальности, ограниченная функциональность аватаров и все еще недостаточный уровень реалистичности [2]. В связи с этим следует ожидать появления в будущем новых площадок для общения, отличающихся от сегодняшних более высоким уровнем быстродействия, совместимостью с большинством широко используемых цифровых платформенных решений (например, с цифровыми экосистемами СБЕР и ВКонтакте), улучшенным качеством графики и оптимизацией пользовательских сценариев (например, за счет создания удобных и коротких маршрутов перемещения между метавселенными, возможностями использования одних и тех же NFT-объектов на разных виртуальных площадках). Именно такие проекты могут стать стимулом к формированию и развитию в цифровой среде сначала виртуальных предпринимательских сообществ (возможно, на базе уже существующего неформального института DAO, управляемого смарт-контрактами на блокчейне), а далее новых виртуальных бизнес-кластеров. Представляется, что это существенно расширит географию участников кластерных объединений, ускорит переток информации и знаний между ними и будет способствовать реализации большего числа междисциплинарных проектов.

Согласно классической работе В. Кристаллера смыслом существования города является выполнение им роли площадки для торговли, обслуживающей потребность в транзакциях своих жителей [20]. Именно в рамках такой концепции развивается большинство действующих коммерческих проектов метавселенных. Так, распространенным форматом является интеграция модных брендов в уже существующие метамиров. Например, город Gucci Town в метавселенной Roblox и виртуальная неделя моды в метавселенной Decentraland; цифровой мир Nikeland, созданный в партнерстве с Roblox, в котором пользователи могут покупать брендованную одежду Nike для своих аватаров; модный цифровой показ Balenciaga на платформе Fortnite и специальная коллекция виртуальной одежды. Сегодня представители индустрии моды отдают предпочтение наиболее популярным игровым метавселенным для увеличения охвата аудитории потенциальных покупателей, индивидуализации взаимодействия с ними и продвижения новой потребительской ценности – виртуальной идентичности. При этом дальнейшее развитие цифрового рынка может происходить за счет привлечения в городские метавселенные узнаваемых производителей, разработки с участием города совместных кобрендинговых программ, стимулирующих продажи продукции, формирующих положительный имидж города, а также помогающих реализовать его естественную функцию купли-продажи. Еще одним направлением развития рыночной функции города может стать создание новых стандартов информированности покупателей и возможностей для быстрого и удобного ознакомления с потребительскими характеристиками товара: например, запуск виртуальных маркетплейсов и шоурумов, отличающихся продвинутыми возможностями по примерке цифровых копий одежды. Кроме того, в метавселенных могут быть эффективно реализованы принципы персонализированного сервиса за счет доступа к большим потокам данных о поведении потребителей на единой площадке.

Взгляд на город как на место потребления общественных благ и оказания сервисов является продолжением теории центральных мест, однако имеет свою специфику. В частности, решение прикладных задач в рамках этой концепции может требовать даже большей технологичности и системности [58]. Ответом на этот вызов стало формирование уже в нынешнем веке концепции City-as-a-Service, которая получила активное развитие в г. Хельсинки [22]. В рамках этой концепции город рассматривается как система сервисов, которые обеспечивают высокое качество жизни горожан и базируются на технологиях обработки больших данных. Весомый вклад в продвижение этой одновременно технологичной и антропоцентрической концепции внесли К. Харрисон [21], описавший фундаментальные принципы использования информационных технологий и больших данных для реализации городских сервисов, и Р. Холландс, который обосновал ключевые риски поверхностного истолкования концепции City-as-a-Service, связанные с внедрением информационных технологий без учета их практической полезности для горожан и

адаптируемости к социальному контексту [30]. Сегодня присутствие городов в метавселенных преимущественно реализовано в рамках сервисного подхода. В частности, сеульская и дубайская метавселенные направлены на повышение качества оказываемых городских услуг. Представляется, что в будущем это направление не утратит актуальность, поскольку городам придется изобретать новые способы коммуникации и популяризации государственных и муниципальных сервисов при работе с представителями поколений «зуммеров» и «альфа» [44].

Городские метавселенные могут стать следующим этапом развития концепции «умного города», выступая центром интеграции его многочисленных и зачастую разрозненных отраслевых информационных систем. Этот виртуальный переход важен с точки зрения повышения производительности государственного сектора, качества предоставляемых услуг и уровня их персонализации. Так, если сегодня цифровизацией охвачены стандартизированные сервисы, то метавселенная позволит сократить издержки на получение более сложных услуг, требующих коммуникации с государственными и муниципальными служащими «лицом к лицу». Именно городские метавселенные могут стать уникальным пространством для внедрения новых стандартов и способов оказания мер поддержки малому бизнесу и местом, где города будут конкурировать друг с другом за таланты. Кроме того, учитывая высокую фондоемкость офлайн-школ и университетов, некоторые образовательные услуги, оказываемые за счет муниципальных ресурсов, могут быть перенесены в метавселенные [2]. При этом повышение эффективности образовательного процесса может быть достигнуто за счет применения виртуальных тренажеров, интерактивных инструментов и расширенных возможностей ситуационного моделирования. Данное направление уже получило развитие в рамках цифрового кампуса НИУ ВШЭ «Вышка Онлайн», к открытию которого был создан его прототип в метавселенной, призванный обеспечить в будущем удобный и интерактивный формат образовательных коммуникаций, а также создать возможности для исследования разнообразных кейсов, тестирование которых в реальных условиях сопряжено с высоким уровнем затрат и риска [6].

Город является пространством для досуга и множественных сценариев творческой самореализации, о чем более ста лет назад писал немецкий философ и социолог Г. Зиммель, подчеркивая многообразие внешних (факторы-раздражители) и внутренних (сознательно переживаемых) впечатлений в городе, а также быстроту и непрерывность их смены, что требует существенных затрат сознания по сравнению с усилиями, прилагаемыми жителями малых городов и деревень [4]. Его последователь, американский социолог Л. Вирт полагал, что превосходство города, в частности, связано с высокой концентрацией и разнообразием культурных и развлекательных объектов, а также скоростью социокультурных изменений, в сравнении с таковой в территориальных образованиях меньшего размера [66]. Д. Джейкобс, будучи теоретиком урбанизма, отмечала, что город является центром концентрации творчества и новых идей, разнообразие и вариативность которых способствуют формированию комбинации несвязанных факторов, порождающих прорывные инновации [36]. В контексте рассматриваемой функции городские метавселенные обладают практически неисчерпаемыми возможностями по конструированию реальности с особыми свойствами. В частности, на создании метавселенных с необычными трехмерными эффектами специализируется Петербургское архитектурное бюро SA Lab, разработавшее бесконечное пространство для компьютерного класса в Музее «Гараж» [54]. В рамках такого же подхода организуются выставки центра Art&Science ИТМО в уже существующих метавселенных Spatial и Roblox. Игровые метавселенные (например, Fortnite, Roblox, Decentraland, The Sandbox) используются сегодня популярными исполнителями в качестве концертных площадок. В частности, в виртуальном пространстве проводили свои выступления музыкант Тревис Скотт (число уникальных зрителей его концерта в 2020 г. превысило отметку в 27 млн человек) [45]; исполнители Элтон Джон, Snoor Dogg, группа Twenty One Pilots и ряд других представителей музыкальной индустрии. Предметы искусства с помощью метавселенных приобретают цифровую форму и монетизацию. Так, в 2021 г. Государственный Эрмитаж провел выставку произведений цифрового искусства, на которой были представлены 38 NFT-проектов [62]. В том же году выручка музея от реализации цифровых копий произведений в рамках проекта «Ваш токен хранится в Эрмитаже» на аукционе, организатором которого выступила торговая площадка Binance NFT, составила более 400 тыс. долл. [61]. В дополнение к вышеуказанным сферам применения метавселенная может стать альтернативной «территорией» для совместного тестирования инновационных решений представителями власти, бизнеса, университетов, научных организаций и граждан, реализуемого в логике четверной спирали (quadruple helix) [19].

В связи с ростом популярности метавселенных досугового формата следует ожидать развития в них новых уникальных свойств и одновременного усиления внимания к психологическим аспектам присутствия пользователей в виртуальной реальности. Так, возможно появление городских метавселенных, выстроенных по принципам здоровой архитектуры и отталкивающихся от теории зеркальных нейронов Д. Ризцолатти, в соответствии с которой воображаемая в метавселенной физическая и эмоциональная активность может быть полезна для здоровья [53]. Возникнут городские метавселенные со сложным биоморфным¹⁰ дизайном, программируемым при помощи технологий искусственного интеллекта. Вероятно, виртуальная среда для досуга станет новым типом общественных благ, привлекающая жителей сначала в цифровой, а вслед за этим и в реальный город. Кроме того, городские метавселенные должны стать площадкой для развлечений нового формата, например, нелинейных медиа, при взаимодействии с которыми пользователь может активно влиять на сценарии, в том числе для получивших широкое распространение VR-видеоигр и только набирающих популярность театральных постановок, кинопоказов, выставок цифрового искусства с эффектом погружения. Однако не все культурно-досуговые функции метавселенных устремлены исключительно в будущее. Напротив, виртуальные города могут выступать площадками для сохранения руинированных и воссоздания разрушенных объектов культурного наследия.

В таблице 1 суммированы существующие и перспективные функции городских метавселенных.

Таблица 1. Концептуальные траектории развития городских метавселенных

Взгляд на город	Реализуемые в настоящий момент функции городских метавселенных	Направления развития	Перспективные функции городских метавселенных
Место для жизни	<ul style="list-style-type: none"> - городское планирование - репрезентация города перед потенциальными инвесторами 	интеграция инструментов продвинутой аналитики и моделирования пространственно о развития города	<ul style="list-style-type: none"> - тестирование новых городских транспортных маршрутов и примерка объектов инфраструктуры - экологические стресс-тесты
Коммуникационная платформа	формирование городских сообществ	создание широкого спектра условий для налаживания ситуативных и таргетированных личных и деловых контактов между горожанами, в том числе реализующими экономическую деятельность	<ul style="list-style-type: none"> - формирование социальной сети пользователей городской метавселенной - запуск сервисов по формированию тематических сообществ, поиску единомышленников и деловых партнеров - создание виртуальных пространств для нетворкинга участников бизнес кластеров - привлечение цифровых резидентов и бизнеса в рамках программ цифрового гражданства - поиск и отбор контрагентов для нужд города и реализации проектов государственно-частного партнерства - проведение форсайт-сессий и других мероприятий в рамках городского стратегического планирования, предусматривающего применение продвинутых способов аналитики, визуализации и экспертных оценок

¹⁰ Моделирование на основе биологических образов и форм.

Взгляд на город	Реализуемые в настоящий момент функции городских метавселенных	Направления развития	Перспективные функции городских метавселенных
Площадка для торговли	запуск онлайн магазинов и представительств брендов в игровых метавселенных	вовлечение новых групп горожан в потребление за счет расширения информации и уменьшения издержек	<ul style="list-style-type: none"> - привлечение в городскую метавселенную новых брендов в сфере ритейла и потребительских сервисов - реализация при участии города кобрендинговых программ с известными производителями модной одежды и аксессуаров, товаров роскоши и товаров ежедневного потребления - создание возможностей для лучшей информированности горожан о качестве и потребительских свойствах товаров, реализуемых реальными и виртуальными городскими ритейлерами
Место потребления общественных благ и оказания сервисов	предоставление пилотного перечня городских сервисов в городских метавселенных	<ul style="list-style-type: none"> - переосмысление существующих городских сервисов с учетом новых целевых аудиторий горожан и виртуальных форматов их предоставления - координация и интеграция разрозненных сервисов «умного» города 	<ul style="list-style-type: none"> - формирование новой линейки виртуальных государственных услуг для горожан - предоставление мер государственной поддержки субъектам малого и среднего предпринимательства, включая подачу обращений, отправку отчетности, информационно-консультационные услуги, мероприятия по акселерации, подбору партнеров, выделению финансирования и предоставлению льготных рекламных пространств - оказание персонифицированных образовательных услуг
Пространство для досуга и творческой самореализации	создание туристических информационных центров в новых или существующих метавселенных	создание гиперреальной городской среды и культурных событий нового формата в целях формирования привлекательного образа города для глобальных талантов и повышения удовлетворенности горожан за счет более технологичного доступа к развлечениям	<ul style="list-style-type: none"> - организация и проведение массовых городских мероприятий и культурно-развлекательных событий (спортивных соревнований, концертов, театральных представлений, кинопоказов) - создание терапевтической среды для релаксации горожан - создание инклюзивной среды для вовлечения лиц с ограниченными возможностями в трудовую и творческую деятельность - привлечение нелинейных медиа (компьютерные игры, реалистичные театральные постановки, интерактивная обучающая литература) - развитие цифрового туризма, реконструкция и сохранение первоначального облика объектов культурного наследия

Источник: составлено авторами.

Ограничения и угрозы, сопутствующие городским метавселенным

Будучи социально-технологическим феноменом, метавселенные, развиваясь, логично сталкиваются со множеством ограничений, которые могут быть разделены на две основные группы: социальные и ресурсно-технологические.

Одно из самых существенных ограничений первой группы – отсутствие единого правового поля, что влечет за собой риски потери персональных данных; киберпреступности [22; 69]; незаконного использования криптовалют и NFT; нарушения интеллектуальных прав; совершения сделок в цифровом пространстве, не имеющих юридической силы, и многие другие. В связи с этим необходима разработка нормативных документов, обеспечивающих безопасное и инклюзивное присутствие в метавселенной. Некоторые страны и даже города уже приступили к их разработке. Так, в 2023 г. в Дубае создано Управление по регулированию виртуальных активов (VARA) [63] – первый в мире регулятор такого рода, открывший виртуальную штаб-квартиру в популярном метамире The Sandbox. Деятельность VARA связана с созданием нормативно-правовой базы для метавселенных, которая, по задумке разработчиков, может быть тиражирована и в других юрисдикциях.

Серьезным вызовом является обеспечение сохранности личных данных, поскольку в метареальности задействован широкий спектр сведений о пользователях, включая их поведенческие особенности, предпочтения и привычки (например, при взаимодействии с другими аватарами или при совершении покупок), а также биометрические данные, получаемые через носимые устройства (например, отпечатки пальцев, радужная оболочка глаз, выражение лица, эмоции, интонация голоса) [18; 55; 69]. На самих платформах необходимо применение более строгой политики аутентификации, рассмотрение возможности псевдонимизации пользователей [22], когда персональные данные невозможно отнести к конкретному субъекту без использования дополнительной зашифрованной информации. Помимо этого, в метавселенной существует риск стать жертвой агрессии, что требует установления защиты от нежелательных действий, а также обязательных для соблюдения этических норм. Например, компания Facebook¹¹ после одного из подобных инцидентов установила персональные пользовательские границы, которые не позволяют аватарам приближаться друг к другу сверх установленного расстояния [34].

Вторая группа ограничений – ресурсно-технологические. Для успешного функционирования платформ необходим высокоскоростной интернет, как минимум по стандартам 5G [18; 32]; значительные вычислительные мощности, способные обеспечить рендеринг¹² в режиме реального времени, обрабатывать и синхронизировать данные, поступающие от большого числа пользовательских устройств [2]; дорогостоящее вспомогательное оборудование (например, VR-очки, носимые устройства, тактильное оборудование). Не менее важным вопросом является усиление защиты платформ метавселенных. К числу потенциальных угроз могут быть отнесены небезопасная системная архитектура, вредоносное программное обеспечение, программы-вымогатели [22]. Блокчейн-платформы также могут быть подвержены кибератакам. Например, в 2016 г. злоумышленники, воспользовавшись уязвимостью в коде децентрализованной автономной организации (DAO), взломали блокчейн Ethereum [12]. Перечисленные ограничения в значительной степени определяют масштабы виртуальных миров, их безопасность, реалистичность графики, а также возможность одновременного присутствия в них большого числа пользователей. При этом совокупные затраты на разработку городских проектов метавселенных исчисляются миллиардами долларов США. Например, на развитие метавселенной Metabus Seoul было направлено примерно 3.8 млрд долл. США инвестиций [46].

Дубай в рамках своих усилий по внедрению и распространению новейших технологий на мировом уровне объявил о создании Глобального совета по блокчейну для изучения текущих и перспективных приложений технологии блокчейн и организации транзакций в метавселенной. В состав совета входят 46 ключевых представителей индустрии, включая государственные учреждения, международные компании, ведущие мировые банки, среди которых Microsoft, SAP, IBM, Cisco, Ethereum, Dubai International Financial Centre, Dubai Smart Government. Подобные инициативы показывают, что при разработке политики в отношении сложных технологических систем, к которым относится метавселенная, важно привлекать к обсуждению широкий круг

¹¹ Признана в России экстремистской организацией.

¹² Процесс создания 3D-объекта с помощью программных средств [2].

сопричастных лиц для формирования согласованного взгляда на ключевые правила и этические принципы.

В связи с развитием метавселенных возрастает спрос на высококвалифицированных специалистов. Разработка виртуальных миров требует специальных цифровых и творческих навыков, в том числе в области компьютерного программирования (например, на языках HTML, CSS и JavaScript), 3D-моделирования, анимации, UX/UI¹³-дизайна, виртуальной и дополненной реальности, технологии блокчейн, написания сценариев [38]. Сегодня наблюдается дефицит специалистов таких профилей. В частности, Европейская комиссия отмечает острую нехватку кадров с необходимым опытом и навыками и направляет усилия на привлечение зарубежных разработчиков путем смягчения визовых процедур [17]. Еще одной европейской инициативой является «Пакт о навыках», направленный на поддержку государственных и частных организаций, которые реализуют программы повышения квалификации в приоритетных областях [51]. Кроме того, программы, нацеленные на повышение уровня цифровой грамотности населения, реализуются сегодня в Сингапуре [23] и ОАЭ [49].

Перспективная модель метавселенной Москвы

Москву, наряду с Шанхаем, Сеулом и Дубаем, можно отнести к городам-пионерам в сфере освоения метавселенных. В столице кроме цифровой копии, применяемой Правительством Москвы для планирования строительства жилых, промышленных и социальных объектов, тестируется новая платформа – Мета Москва, анонс которой состоялся на Московском урбанистическом форуме – 2023 [5]. Она интегрирует функции цифрового двойника и городской метавселенной и станет доступной не только для лиц, принимающих решения, но и для всех заинтересованных пользователей, включая горожан и граждан других государств. Виртуальная копия столицы будет реализована с использованием фотореалистичных высокоточных моделей достопримечательностей и ключевых объектов города, в числе которых Красная площадь, Парк «Зарядье», ВДНХ, Лужники, Воронцовский парк. В частности, трехмерное пространство ВДНХ будет предназначено для просмотра объектов выставки, взаимодействия с ними и с другими пользователями в геймифицированном¹⁴ формате с ощущением личного присутствия, а также для посещения виртуальных мероприятий. Кроме того, в экосистему Мета Москва будет интегрирован Московский инновационный кластер. Таким образом, в соответствии с концепцией проекта город предстает в нем и как физическое пространство, и как место для общения и потребления сервисов.

Учитывая значительную скорость развития технологий, капиталоемкость виртуальных миров и сопутствующие риски, логично предположить, что залогом устойчивости подобных проектов является выбор таких траекторий их развития, которые окажутся актуальными в долгосрочном периоде и будут отвечать требованиям безопасности. В связи с этим важно рассмотреть наиболее перспективные варианты функционального наполнения метавселенной Москвы с учетом приоритетных задач муниципального управления, новых потребительских трендов и передового зарубежного опыта.

Будущая модель столичной метавселенной может быть организована по принципу «матрешки» с использованием множества цифровых слоев, обеспечивающих многомерность и многофункциональность городской виртуальной реальности, в том числе за счет предоставления своей цифровой экосистемы организациям, университетам, культурно-досуговым учреждениям; а также её использования для социальных коммуникаций.

Одним из направлений развития новой платформы может стать привлечение жителей столицы к принятию решений в области благоустройства города и транспортной инфраструктуры посредством голосования с возможностью просмотра трехмерных моделей будущих объектов и маршрутов. Кроме того, виртуальное пространство может стать навигатором для потенциальных инвесторов, планирующих строительство жилой или производственной недвижимости и желающих оценить целесообразность проектов; может быть задействовано предпринимателями при оценке экономических эффектов от реализации бизнес-инициатив, в том числе через моделирование городского трафика и анализа стоимости коммерческой аренды. Платформа также

¹³ UX (User Experience) – способы взаимодействия пользователя с интерфейсом; UI (User Interface) – графическое оформление интерфейса.

¹⁴ Метод, основанный на применении механики компьютерных игр в неигровых задачах.

может быть использована для просмотра 3D-версий объектов недвижимости, участвующих в московской программе «1 рубль за квадратный метр в год», моделирования вариантов их реставрации и дальнейшего использования; а также для подачи документов участниками аукциона и отслеживания результатов.

Мега Москва может стать флагманской территорией для налаживания связей с другими регионами и дружественными странами, привлечения внимания к ключевым столичным мероприятиям, таким как Московский урбанистический форум, Made in Moscow, Московская неделя моды, Московский международный кинофестиваль дизайна, Москва Фест. Кроме того, реализация коммуникационной функции в городской метавселенной возможна через объединение участников Московского инновационного кластера на единой виртуальной площадке, что позволит сократить временные и финансовые издержки на организацию офлайн событий при сохранении их реалистичности, расширить географию участников и активизировать реализацию межотраслевых кластерных проектов. В свою очередь, укрепление диалога между бизнесом и государством возможно через организацию специальных акселерационных программ и обучающих мероприятий в трехмерном пространстве. Дополнительной опцией может стать возможность интеграции жителей города в виртуальную городскую социальную сеть, наполненную полезным пользовательским контентом и игровыми сценариями (например, возможность посетить значимые спортивные или культурные события при прохождении специальных интерактивных заданий). Актуальным кейсом, запущенным в рамках экосистемы ВКонтакте с привлечением медийных персон, является офлайн-игра «Квест по городам» для жителей и гостей Москвы, позволяющая выигрывать призы за посещение предложенных городских объектов и выполнение заданий.

Рыночная функция может быть адаптирована к метавселенной через виртуализацию ключевых московских торговых площадок (например, ГУМ, Смоленский пассаж, Петровский пассаж), организацию показов мод, размещение представительств популярных брендов. Другое направление – сектор B2B, в рамках которого возможна организация международных отраслевых выставок, ярмарок, байерских шоурумов, представляющих на своих стендах точные цифровые копии продукции и позволяющих тестировать виртуальные образцы.

Мега Москва может стать местом оказания сервисов, в том числе за счет создания в сотрудничестве с Московским инновационным кластером дополнительного цифрового контура, обеспечивающего интеграцию метавселенной с облачным программным обеспечением (аналог Autodesk), которое бы позволило технологическим предпринимателям, стартаперам, инженерам, проектировщикам и специалистам в области инжиниринга пользоваться следующими услугами:

доступ к базе данных открытых чертежей и технической документации с функцией многопользовательского редактирования для совместной работы над проектами;
возможность использования виртуального рабочего места;
получение обновляемой в режиме реального времени информации о доступных для аренды и продажи производственных площадях, центрах коллективного пользования, а также незагруженных производственных мощностях для размещения заказов.

Дополнительным направлением развития сервисной функциональности может стать перемещение муниципальных услуг (в том числе предлагаемых платформой Mos.ru), которые требуют личного контакта, в более экономичное и удобное виртуальное пространство. Столичным школам в метавселенной могут быть предложены геймифицированные трехмерные классы, позволяющие обучать школьников на виртуальных тренажерах, проводить познавательные мероприятия, цифровые квизы и олимпиады, в том числе посвященные истории и культуре Москвы. Социально значимым направлением развития метавселенной может стать разработка обучающих интерактивных курсов для иммигрантов, способствующих их комфортной языковой и культурной ассимиляции и выступающих доступной альтернативой платным мобильным и Web-приложениям.

Создание пространства для досуга и творческой самореализации в столичной метавселенной возможно через проведение виртуальных городских мероприятий, реалистичных театральных постановок, концертов с популярными исполнителями, размещение выставок цифрового искусства (с возможностью приобретения произведений в виде NFT), VR-кино, виртуальных библиотек, игровых симуляторов. Представляется, что уже имеющие цифровую копию достопримечательности Москвы, такие как парк «Зарядье» и ВДНХ, станут привлекательным пространством для виртуальных туристов, а логичным продолжением развития этого

функционала может стать разработка цифровых копий еще большего числа знаковых объектов, повышение точности моделей, их реалистичности, в том числе достигаемой за счет применения вспомогательных технических устройств (например, VR-очки) и технологий (например, дополненная реальность). Перспективной опцией новой платформы, способствующей росту её популярности среди молодежи, может стать интеграция «Пушкинской карты» в городскую метавселенную. Развлекательная функциональность может быть дополнена созданием в Мета Москва цифровых пространств, предназначенных для психологической и физиологической релаксации жителей города, снижения уровня стресса и тревожности. Подобные терапевтические сады могут предусматривать возможность просмотра стереоскопических изображений для расслабления зрительных мышц, виртуальную производственную гимнастку, а также медитативные практики. Кроме того, развитие развлекательного формата метавселенной возможно через разработку системы премиальной подписки с балльным эквивалентом стоимости, позволяющей получить неограниченный доступ ко всем сервисам и событиям платформы за выполнение определенных заданий и квестов. При этом в рамках социально значимого направления VIP-подписка и доступ к премиальным виртуальным благам могут быть предложены жителям удаленных районов Москвы.

Наряду с расширением функциональности платформы для её успешной работы требуется регулярное тестирование безопасности для предотвращения киберугроз, создание надежных систем защиты персональных данных, разработка руководящих принципов и правил взаимодействия пользователей, а также инициатив, нацеленных на повышение цифровой грамотности жителей города.

Практика показывает, что востребованность цифровой платформы тесно связана с количеством её активных участников. Так, согласно Закону Меткалфа, ценность сети увеличивается пропорционально квадрату числа её пользователей [48]. Следовательно, одной из ключевых задач на этапе запуска метавселенной Москвы является диверсификация её сервисов и наполнения, тестирование разнообразных гипотез, корректировка функциональности с учетом наибольшего пользовательского отклика, а также удержание доступной аудитории, которая по меньшей мере однократно обращалась к сервисам городской метавселенной, проходила процедуру регистрации и онбординг¹⁵. Кроме того, активное вовлечение жителей города возможно через формирование тематических виртуальных сообществ и сотрудничество с амбассадорами – личностями, известными в технологической среде, звездами креативных индустрий для популяризации новой платформы. В силу высокой волатильности, инновационности и непредсказуемости пользовательских предпочтений, важно не допустить монополизации функции разработчика, предусмотреть, по аналогии с зарубежным опытом, открытое привлечение команд разработчиков, стартапов и талантов из Москвы, регионов России и других стран. Создание метавселенной помимо прямого эффекта должно способствовать продвижению новых команд и технологических компаний, привлечению высококвалифицированных кадров и, тем самым, укреплению инновационного потенциала столицы.

Заключение

Сегодня большинство проектов присутствия города в метавселенной имеют пилотный характер и направлены преимущественно на тестирование возможных сценариев существования города в виртуальном пространстве. В некоторых из них реализована возможность для реалистичных коммуникаций и предоставления виртуальных государственных услуг. Ряд проектов полностью воссоздают физическое пространство и главные достопримечательности, формируя привлекательный виртуальный образ города, или же используют цифровую копию для внутренних управленческих нужд и планирования территории. Реже в них имеется возможность для совершения операций с цифровой недвижимостью и другими активами на базе децентрализованных платформ. В рамках предложенных концептуальных траектории развития городских метавселенных показано, как новая функциональность виртуальных городских проектов может повысить качество городской среды и государственных сервисов, вовлеченность горожан в процессы принятия решений и обеспечить более успешную реализацию государственных и частных планов и инициатив.

¹⁵ Процесс адаптации пользователя к новой платформе за счет использования всплывающих подсказок и рекомендаций.

Несмотря на нематериальный характер функций, реализуемых в цифровом мире, их масштабирование требует от города серьезных ресурсов. К ним относятся чувствительное к экономической конъюнктуре венчурное финансирование; высокоскоростной интернет по стандартам 5G; центры по обработке данных, занимающие значительные городские площади и потребляющие существенный объем энергоресурсов; высококвалифицированные представители креативных индустрий и наукоемких сервисов, востребованные во многих других отраслях городской экономики, таких как градостроительство, транспортное моделирование, государственные сервисы. Следует ожидать, что ряд функций метавселенных так и не будут масштабированы и останутся на уровне тестовых проектов, если затраты на их развитие превысят потенциальную выгоду. Социальные и экономические эффекты от развития метавселенных для города пока в достаточной мере не изучены в связи с отсутствием достаточной эмпирической базы, что открывает поле для дальнейших исследований и экспертных дискуссий.

Поскольку для пользователей пространственные и временные издержки, связанные со входом в метавселенную практически отсутствуют, то на первый план выходит уникальная ценность, которую может предложить та или иная платформа. Именно эти ценностные предложения определяют, в каких виртуальных городах появятся постоянные резиденты, оживут деловые и общественные коммуникации и будут востребованы муниципальные сервисы.

Литература

1. Абрамов В. И., Андреев В. Д. Сравнительный анализ цифровых двойников регионов // Информационное общество. 2023. № 4. С. 106–117. DOI: 10.52605/16059921_2023_04_106.
2. Болл М. Метавселенная. Как она меняет наш мир. М.: Альпина, 2023. 362 с.
3. Вебер М. Город. М.: Strelka Press, 2017. 252 с.
4. Зиммель Г. Большие города и духовная жизнь / Пер. с нем. М.: Strelka Press, 2018. 112 с.
5. На Московском урбанистическом форуме обсудили применение цифровых двойников и метавселенных в умных городах. URL: <https://mosurbanforum.ru/news/na-moskovskom-urbanisticheskom-forume-obsudili-primenenie-tsifrovyykh-dvoynikov-i-metavselennykh-v-um/> (дата обращения: 02.11.2023).
6. На открытии цифрового кампуса «Вышка Онлайн» состоялась презентация его прототипа в метавселенной. URL: <https://www.hse.ru/news/edu/836053148.html> (дата обращения: 02.11.2023).
7. Онлайн-сервисы, ИТ-платформы и цифровой двойник: на Московском урбанистическом форуме рассказали о главных технологиях города. URL: https://www.mos.ru/news/item/128609073/?utm_source=search&utm_term=serp (дата обращения: 21.12.2023).
8. Российская метавселенная Матрешка Ренессанс. URL: <https://metarenessans.ru/> (дата обращения: 02.11.2023).
9. Умный город. URL: <https://russiasmartcity.ru/about> (дата обращения: 21.12.2023).
10. Умные города Росатома. URL: <https://rosatom.city/> (дата обращения: 21.12.2023).
11. Услуги и решения, которые помогают компаниям, городам и регионам выходить на новый уровень. URL: <https://www.strelka-kb.com/services> (дата обращения: 21.12.2023).
12. Цена популярности: злоумышленник, атаковавший Ethereum, получил криптовалюты на \$53 млн. URL: <https://habr.com/ru/articles/395165/> (дата обращения: 21.12.2023).
13. Цифровой двойник города Москвы. URL: <https://ict.moscow/projects/smartcitymoscow/case/tsifrovoy-dvoynik-goroda-moskvy/> (дата обращения: 02.11.2023).
14. World creates digital twin of the entire city of Shanghai. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/51world-creates-digital-twin-of-the-entire-city-of-shanghai> (дата обращения: 02.11.2023).
15. Amini H., Jabalameli M. S., Ramesht M. H. Development of regional foresight studies between 2000 and 2019: an overview and co-citation analysis // European Journal of Futures Research. 2021. 9 (1). DOI: 10.1186/s40309-021-00170-7.
16. Buehring J., Bishop P. C. Foresight and design: new support for strategic decision making // She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation. 2020. 6 (3). pp. 408–432.

17. Burgess E. W., Bogue D. J. Contributions to urban sociology. Chicago: University of Chicago Press, 1964. 673 p.
18. Chang L. et al. 6G-enabled edge AI for Metaverse: Challenges, methods, and future research directions // Journal of Communications and Information Networks. 2022. 7 (2). pp. 107-121. DOI: <https://doi.org/10.23919/JCIN.2022.9815195>.
19. Carayannis E. G., Campbell D. F. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem / International Journal of Technology Management. 2009. 46 (3-4). pp. 201-234. DOI: 10.1504/IJTM.2009.023374.
20. Christaller W. Central Places in Southern Germany. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1933. 230 p.
21. Dubai Metaverse Strategy. URL: <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/government-services-and-digital-transformation/dubai-metaverse-strategy> (дата обращения: 02.11.2023).
22. Dwivedi Y. K. et al. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy // International Journal of Information Management. 2022. 66. 102542. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542.
23. Equipping Singaporean adults with digital literacy skills for the digital economy. URL: <https://www.skillsfuture.gov.sg/initiatives/mid-career/digitalworkplace> (дата обращения: 21.12.2023).
24. European Commission. Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, VR/AR Industrial Coalition: strategic paper, Publications Office of the European Union. 2022. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2759/197536> (дата обращения: 02.11.2023).
25. European Commission. Virtual worlds (metaverses) – a vision for openness, safety and respect. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13757-Virtual-worlds-metaverses-a-vision-for-openness-safety-and-respect_en (дата обращения: 02.11.2023).
26. Glaeser E. The Triumph of the City. London: Macmillan, 2011. 456 p.
27. Google Trends. URL: <https://trends.google.ru/trends/> (дата обращения: 02.11.2023).
28. Hansen M. H. The Hellenic Polis // A comparative study of thirty city-state cultures: An investigation conducted by Copenhagen Polis Centre / Ed. by Hansen M.H. Copenhagen: Kgl. danske vid. selskab, 2000. pp. 141-187.
29. Harrison C., Eckman B., Hamilton R., Hartswick P., Kalagnanam J., Paraszczak J., Williams P. Foundations for Smarter Cities // IBM Journal of Research and Development. 2010. 54 (4). pp. 1-16. DOI: 10.1147/JRD.2010.2048257.
30. Helsinki Becomes the World's First 'City as a Service' – Pop-Up City. URL: <https://popupcity.net/insights/helsinki-becomes-the-worlds-first-city-as-a-service/> (дата обращения: 02.11.2023).
31. Hollands R. G. Will the Real Smart City Please Stand Up? // City: Analysis of Urban Trends, Theory, Action. 2008. 12 (3). pp. 303-320. DOI: 10.1080/13604810802479126.
32. Huynh-The T., Pham Q., Pham X., Nguyen T., Han Z., Kim D. Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey // Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2023. 117. 105581. DOI: 10.1016/j.engappai.2022.105581.
33. IQ городов. URL: <https://russiasmartcity.ru/iq> (дата обращения: 21.12.2023).
34. Introducing a Personal Boundary for Horizon Worlds and Venues. URL: <https://about.fb.com/news/2022/02/personal-boundary-horizon/> (дата обращения: 21.12.2023).
35. Is The Metaverse The Next Iteration Of The Internet? URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/01/25/is-the-metaverse-the-next-iteration-of-the-internet/?sh=4190c2792d42> (дата обращения: 21.12.2023).
36. Jacobs J. The Economy of Cities. New York: Vintage, 1969. 288 p.
37. Jeffres L. The Communicative City: Conceptualizing, Operationalizing, and Policy Making // Journal of Planning Literature. 2010. 25 (2). pp. 99-110. DOI: 10.1177/0885412210369455.
38. Kaushik S. Metaverse and Skill Set: A Conceptual Investigation / In: El Khoury, R., Alareeni, B. (eds) How the Metaverse Will Reshape Business and Sustainability. Contributions to Environmental Sciences & Innovative Business Technology. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. pp. 171-178.
39. Kemec A. From reality to virtuality: Re-discussing cities with the concept of the metaverse / International Journal of Management and Accounting. 2022. 4 (1). pp. 12-20.

40. Kitchin R., Dodge M. Code/Space: Software and Everyday Life. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2011. 290 p.
41. Kusuma A. T., Supangkat S. H. Metaverse fundamental technologies for smart city: A literature review //2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS). 2022. pp. 1-7. DOI: 10.1109/ICISS55894.2022.9915079.
42. Kye B., Han N., Kim E., Park Y., Jo S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations //Journal of educational evaluation for health professions. 2021. 18. DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.32.
43. Lefebvre H. Le droit à la ville. Paris: Éditions Anthropos, 1968. 164 p.
44. McCrindle M. The ABC of XYZ: understanding the global generations. Sydney: UNSW Press, 2009. 239 p.
45. McKinsey. Value creation in the metaverse: The real business of the virtual world. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/value-creation-in-the-metaverse> (дата обращения: 02.11.2023).
46. Metabus Seoul. URL: <https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2003118> (дата обращения: 02.11.2023).
47. Metaverse Dubai. Режим доступа: <https://metaversedubai.global/landing> (дата обращения: 02.11.2023).
48. Metcalfe R. It's all in your head. URL: <https://www.forbes.com/forbes/2007/0507/052.html?sh=3b63f61547d3> (дата обращения: 02.11.2023).
49. One million arab coders. URL: <https://www.dubaifuture.ae/initiatives/capacity-building/one-million-arab-coders> (дата обращения: 21.12.2023).
50. Orlando Regional Digital Twin. URL: <https://business.orlando.org/1/orlando-regional-digital-twin/> (дата обращения: 02.11.2023).
51. Pact for Skills. URL: https://pact-for-skills.ec.europa.eu/index_en (дата обращения: 21.12.2023).
52. Park S. M., Kim Y. G. A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges //IEEE access. 2022. 10. pp. 4209-4251. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3140175.
53. Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions // Brain Res Cogn Brain Res. 1996. 3(2). pp. 131-141. DOI: 10.1016/0926-6410(95)00038-0.
54. SA lab создала бесконечное цифровое пространство для компьютерного класса в Музее «Гараж». URL: <https://srsly.ru/article/show/23442/?ysclid=liw7s7dbh7986976393> (дата обращения: 02.11.2023).
55. Securing your reality: Addressing security and privacy in virtual and augmented reality applications. URL: <https://er.educause.edu/articles/2018/5/securing-your-reality-addressing-security-and-privacy-in-virtual-and-augmented-reality-applications> (дата обращения: 21.12.2023).
56. Singapore's First Country-Scale Digital Twin and The Future of Digital Open Data. URL: <https://www.structuresinsider.com/post/singapore-s-first-country-scale-digital-twin-and-the-future-of-digital-open-data> (дата обращения: 02.11.2023).
57. Stephenson N. Snow crash. N. Y.: Spectra, 1992. 470 p.
58. Teitz M. B. Toward a theory of urban public facility location // Papers in Regional Science. 1968. 21 (1). pp. 35-51. DOI: 10.1111/j.1435-5597.1968.tb01439.x.
59. The NFT market is now worth more than \$7 billion, but legal issues facing the nascent sector could hinder its growth, JPMorgan says. URL: <https://markets.businessinsider.com/news/currencies/nft-market-worth-7-billion-legal-issues-could-hinder-growth-2021-11> (дата обращения: 21.12.2023).
60. The metaverse is here. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/metaverse-technology.html> (дата обращения: 21.12.2023).
61. The State Hermitage announces the start of the sale of NFT tokens on the Binance NFT marketplace. URL: https://www.hermitagemuseum.org/wps/пoc/?urile=wcm:path%3A%2FHermitage%2BEN%2FContent%2FNews%2Fnews%2F2021%2Fnews_188_21 (дата обращения: 02.11.2023).
62. The State Hermitage is to hold an exhibition of NFT art. URL: https://www.hermitagemuseum.org/wps/portal/hermitage/news/news-item/news/2021/news_63_21?lng=en&- (дата обращения: 02.11.2023).

63. The Virtual Assets Regulatory Authority (VARA) is the sole authority regulating virtual assets across Dubai. URL: <https://www.vara.ae/en/> (дата обращения: 21.12.2023).
64. UNCTAD. Handbook of Statistics 2022. URL: <https://unctad.org/publication/handbook-statistics-2022> (дата обращения: 02.11.2023).
65. Urban Digital Twin. URL: <https://citytwin.eu/> (дата обращения: 02.11.2023).
66. Wirth L. Urbanism as a Way of Life // American Journal of Sociology. 1938. 44 (1). pp. 1–24.
67. Xu Y., Liu W., He T., Tsai S.-B. Buzzword or fuzzword: an event study of the metaverse in the Chinese stock market // Internet Research. URL: <https://doi.org/10.1108/INTR-07-2022-0526> (дата обращения: 21.12.2023).
68. Yaqoob I., Salah K., Jayaraman R., Omar M. Metaverse applications in smart cities: Enabling technologies, opportunities, challenges, and future directions // Internet of Things. 2023. 100884. DOI: 10.1016/j.iot.2023.100884.
69. Zhang Z., Ning H., Shi F., Farha F., Xu Y., Xu J., Choo K.K.R. Artificial intelligence in cyber security: research advances, challenges, and opportunities // Artificial Intelligence Review. 2022. 55. pp. 1029–1053. DOI: 10.1007/s10462-021-09976-0.

METaverse FOR CITY MANAGEMENT: A GLOBAL MODEL AND ITS FUTURE IN MOSCOW

Kutsenko, Evgeniy Sergeevich

*Candidate of Economic Sciences (PhD), associate professor
National Research University Higher School of Economics, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, Russian Cluster Observatory, director
Moscow, Russian Federation
ekutsenko@hse.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0335-1944>, SPIN-код: 1039-2440, Scopus AuthorID: 55903194100*

Ostashchenko, Tatyana Viktorovna

*Candidate of Economic Sciences (PhD)
National Research University Higher School of Economics, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, Russian Cluster Observatory, leading expert
Moscow, Russian Federation
tostashchenko@hse.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3741-7865>, SPIN-код: 7613-5282, Scopus AuthorID: 57209541671*

Boos, Viktoriya Olegovna

*Candidate of Economic Sciences (PhD), associate professor
National Research University Higher School of Economics, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, Russian Cluster Observatory, leading expert
Moscow, Russian Federation
vboos@hse.ru
SPIN-код: 9792-7387*

Abstract

This paper investigates the world experience of using urban metaverse projects. It examines multifunctional platforms in Dubai and Seoul, digital twins of Orlando, Shanghai, European cities, Singapore and Moscow, and the ecosystem of the Matryoshka Renaissance virtual city. It is shown that most projects are implemented in the format of immersive communication platforms, government service platforms, and digital twins of urban space and attractions. The study proposes models for the further development of city metaverses using the example of Moscow in line with global technological trends, current goals of state and municipal government, as well as economic benefits from the implementation of large-scale digitalization projects.

Keywords

city; metaverse; digital twin; NFT; virtual reality; augmented reality

References

1. Abramov V. I., Andreev V. D. Sravnitel'nyj analiz cifrovyyh dvoynikov regionov // *Informacionnoe obshchestvo*. 2023. № 4. S. 106–117. DOI: 10.52605/16059921_2023_04_106.
2. Boll M. *Metavselennaya. Kak ona menyaet nash mir*. M.: Al'pina, 2023. 362 s.
3. Veber M. *Gorod*. M.: Strelka Press, 2017. 252 s.
4. Zimmel' G. *Bol'shie goroda i duhovnaya zhizn'* / Per. s nem. M.: Strelka Press, 2018. 112 s.
5. Na Moskovskom urbanisticheskom forume obsudili primenenie cifrovyyh dvoynikov i metavselennykh v umnykh gorodakh. URL: <https://mosurbanforum.ru/news/na-moskovskom-urbanisticheskom-forume-obsudili-primenenie-tsifrovyykh-dvoynikov-i-metavselennykh-v-um/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
6. Na otkrytii cifrovogo kampusa «Vyshka Onlajn» sostoyalas' prezentaciya ego prototipa v metavselennoj. URL: <https://www.hse.ru/news/edu/836053148.html> (data obrashcheniya: 02.11.2023).

7. Onlajn-servisy, IT-platfomy i cifrovoj dvojniki: na Moskovskom urbanisticheskom forume rasskazali o glavnyh tekhnologiyah goroda. URL: https://www.mos.ru/news/item/128609073/?utm_source=search&utm_term=serp (data obrashcheniya: 21.12.2023).
8. Rossijskaya metavselennaya Matreshka Renaissance. URL: <https://metarenessans.ru/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
9. Umnyj gorod. URL: <https://russiasmartcity.ru/about> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
10. Umnye goroda Rosatoma. URL: <https://rosatom.city/> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
11. Uslugi i resheniya, kotorye pomogayut kompaniyam, gorodam i regionam vyhodit' na novyj uroven'. URL: <https://www.strelka-kb.com/services> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
12. Cena populyarnosti: zloumyshlennik, atakovavshij Ethereum, poluchil kriptovalyuty na \$53 mln. URL: <https://habr.com/ru/articles/395165/> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
13. Cifrovij dvojniki goroda Moskvy. URL: <https://ict.moscow/projects/smartcitymoscow/case/tsifrovoi-dvojniki-goroda-moskvy/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
14. World creates digital twin of the entire city of Shanghai. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/51world-creates-digital-twin-of-the-entire-city-of-shanghai> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
15. Amini H., Jabalameli M. S., Ramesht M. H. Development of regional foresight studies between 2000 and 2019: an overview and co-citation analysis // *European Journal of Futures Research*. 2021. 9 (1). DOI: 10.1186/s40309-021-00170-7.
16. Buehring J., Bishop P. C. Foresight and design: new support for strategic decision making // *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*. 2020. 6 (3). pp. 408–432.
17. Burgess E. W., Bogue D. J. *Contributions to urban sociology*. Chicago: University of Chicago Press, 1964. 673 p.
18. Chang L. et al. 6G-enabled edge AI for Metaverse: Challenges, methods, and future research directions // *Journal of Communications and Information Networks*. 2022. 7 (2). pp. 107–121. DOI: <https://doi.org/10.23919/JCIN.2022.9815195>.
19. Carayannis E. G., Campbell D. F. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem // *International Journal of Technology Management*. 2009. 46 (3–4). pp. 201–234. DOI: 10.1504/IJTM.2009.023374.
20. Christaller W. *Central Places in Southern Germany*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1933. 230 p.
21. Dubai Metaverse Strategy. URL: <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/government-services-and-digital-transformation/dubai-metaverse-strategy> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
22. Dwivedi Y. K. et al. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy // *International Journal of Information Management*. 2022. 66. 102542. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542.
23. Equipping Singaporean adults with digital literacy skills for the digital economy. URL: <https://www.skillsfuture.gov.sg/initiatives/mid-career/digitalworkplace> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
24. European Commission. Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, VR/AR Industrial Coalition: strategic paper, Publications Office of the European Union. 2022. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2759/197536> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
25. European Commission. Virtual worlds (metaverses) – a vision for openness, safety and respect. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13757-Virtual-worlds-metaverses-a-vision-for-openness-safety-and-respect_en (data obrashcheniya: 02.11.2023).
26. Glaeser E. *The Triumph of the City*. London: Macmillan, 2011. 456 p.
27. Google Trends. URL: <https://trends.google.ru/trends/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
28. Hansen M. H. *The Hellenic Polis* // A comparative study of thirty city-state cultures: An investigation conducted by Copenhagen Polis Centre / Ed. by Hansen M.H. Copenhagen: Kgl. danske vid. selskab, 2000. pp. 141–187.
29. Harrison C., Eckman B., Hamilton R., Hartswick P., Kalagnanam J., Paraszczak J., Williams P. *Foundations for Smarter Cities* // *IBM Journal of Research and Development*. 2010. 54 (4). pp. 1–16. DOI: 10.1147/JRD.2010.2048257.

30. Helsinki Becomes the World's First 'City as a Service' – Pop-Up City. URL: <https://popupcity.net/insights/helsinki-becomes-the-worlds-first-city-as-a-service/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
31. Hollands R. G. Will the Real Smart City Please Stand Up? // *City: Analysis of Urban Trends, Theory, Action*. 2008. 12 (3). pp. 303–320. DOI: 10.1080/13604810802479126.
32. Huynh-The T., Pham Q., Pham X., Nguyen T., Han Z., Kim D. Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2023. 117. 105581. DOI: 10.1016/j.engappai.2022.105581.
33. IQ gorodov. URL: <https://russiasmartcity.ru/iq> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
34. Introducing a Personal Boundary for Horizon Worlds and Venues. URL: <https://about.fb.com/news/2022/02/personal-boundary-horizon/> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
35. Is The Metaverse The Next Iteration Of The Internet? URL: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/01/25/is-the-metaverse-the-next-iteration-of-the-internet/?sh=4190c2792d42> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
36. Jacobs J. *The Economy of Cities*. New York: Vintage, 1969. 288 p.
37. Jeffres L. The Communicative City: Conceptualizing, Operationalizing, and Policy Making // *Journal of Planning Literature*. 2010. 25 (2). pp. 99–110. DOI: 10.1177/0885412210369455.
38. Kaushik S. Metaverse and Skill Set: A Conceptual Investigation / In: El Khoury, R., Alareeni, B. (eds) *How the Metaverse Will Reshape Business and Sustainability. Contributions to Environmental Sciences & Innovative Business Technology*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. pp. 171-178.
39. Kemec A. From reality to virtuality: Re-discussing cities with the concept of the metaverse / *International Journal of Management and Accounting*. 2022. 4 (1). pp. 12-20.
40. Kitchin R., Dodge M. *Code/Space: Software and Everyday Life*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2011. 290 p.
41. Kusuma A. T., Supangkat S. H. Metaverse fundamental technologies for smart city: A literature review // 2022 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS). 2022. pp. 1-7. DOI: 10.1109/ICISS55894.2022.9915079.
42. Kye B., Han N., Kim E., Park Y., Jo S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations // *Journal of educational evaluation for health professions*. 2021. 18. DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.32.
43. Lefebvre H. *Le droit à la ville*. Paris: Éditions Anthropos, 1968. 164 p.
44. McCrindle M. *The ABC of XYZ: understanding the global generations*. Sydney: UNSW Press, 2009. 239 p.
45. McKinsey. Value creation in the metaverse: The real business of the virtual world. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/growth-marketing-and-sales/our-insights/value-creation-in-the-metaverse> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
46. Metabus Seoul. URL: <https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2003118> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
47. Metaverse Dubai. Rezhim dostupa: <https://metaversedubai.global/landing> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
48. Metcalfe R. It's all in your head. URL: <https://www.forbes.com/forbes/2007/0507/052.html?sh=3b63f61547d3> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
49. One million arab coders. URL: <https://www.dubaifuture.ae/initiatives/capacity-building/one-million-arab-coders> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
50. Orlando Regional Digital Twin. URL: <https://business.orlando.org/1/orlando-regional-digital-twin/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
51. Pact for Skills. URL: https://pact-for-skills.ec.europa.eu/index_en (data obrashcheniya: 21.12.2023).
52. Park S. M., Kim Y. G. A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges // *IEEE access*. 2022. 10. pp. 4209-4251. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3140175.
53. Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions // *Brain Res Cogn Brain Res*. 1996. 3(2). pp. 131–141. DOI: 10.1016/0926-6410(95)00038-0.

54. SA lab создала бесконечное цифровое пространство для компьютерного класса в Музее «Гараж». URL: <https://srsly.ru/article/show/23442/?ysclid=liw7s7dbh7986976393> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
55. Securing your reality: Addressing security and privacy in virtual and augmented reality applications. URL: <https://er.educause.edu/articles/2018/5/securing-your-reality-addressing-security-and-privacy-in-virtual-and-augmented-reality-applications> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
56. Singapore's First Country-Scale Digital Twin and The Future of Digital Open Data. URL: <https://www.structuresinsider.com/post/singapore-s-first-country-scale-digital-twin-and-the-future-of-digital-open-data> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
57. Stephenson N. Snow crash. N. Y.: Spectra, 1992. 470 p.
58. Teitz M. B. Toward a theory of urban public facility location // Papers in Regional Science. 1968. 21 (1). pp. 35-51. DOI: 10.1111/j.1435-5597.1968.tb01439.x.
59. The NFT market is now worth more than \$7 billion, but legal issues facing the nascent sector could hinder its growth, JPMorgan says. URL: <https://markets.businessinsider.com/news/currencies/nft-market-worth-7-billion-legal-issues-could-hinder-growth-2021-11> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
60. The metaverse is here. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/metaverse-technology.html> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
61. The State Hermitage announces the start of the sale of NFT tokens on the Binance NFT marketplace. URL: https://www.hermitagemuseum.org/wps/poc/?urile=wcm:path%3A%2FHermitage%2BEN%2FContent%2FNews%2Fnews%2F2021%2Fnews_188_21 (data obrashcheniya: 02.11.2023).
62. The State Hermitage is to hold an exhibition of NFT art. URL: https://www.hermitagemuseum.org/wps/portal/hermitage/news/news-item/news/2021/news_63_21?lng=en&- (data obrashcheniya: 02.11.2023).
63. The Virtual Assets Regulatory Authority (VARA) is the sole authority regulating virtual assets across Dubai. URL: <https://www.vara.ae/en/> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
64. UNCTAD. Handbook of Statistics 2022. URL: <https://unctad.org/publication/handbook-statistics-2022> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
65. Urban Digital Twin. URL: <https://citytwin.eu/> (data obrashcheniya: 02.11.2023).
66. Wirth L. Urbanism as a Way of Life // American Journal of Sociology. 1938. 44 (1). pp. 1-24.
67. Xu Y., Liu W., He T., Tsai S.-B. Buzzword or fuzzword: an event study of the metaverse in the Chinese stock market // Internet Research. URL: <https://doi.org/10.1108/INTR-07-2022-0526> (data obrashcheniya: 21.12.2023).
68. Yaqoob I., Salah K., Jayaraman R., Omar M. Metaverse applications in smart cities: Enabling technologies, opportunities, challenges, and future directions // Internet of Things. 2023. 100884. DOI: 10.1016/j.iot.2023.100884.
69. Zhang Z., Ning H., Shi F., Farha F., Xu Y., Xu J., Choo K.K.R. Artificial intelligence in cyber security: research advances, challenges, and opportunities // Artificial Intelligence Review. 2022. 55. pp. 1029-1053. DOI: 10.1007/s10462-021-09976-0.