

О. В. Елисеева¹

Цифровые двойники территорий как эффективный инструмент управления территориями

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: k0390388@yandex.ru

Аннотация. Цифровые двойники представляют собой инновационную технологию, которая позволяет создавать виртуальные копии физических объектов, систем или процессов. В контексте управления территориями, цифровые двойники открывают новые возможности для рационального использования земельных ресурсов, оптимизации городского планирования и улучшения качества жизни населения. В данной статье рассматриваются основные аспекты применения цифровых двойников для управления территориями. В качестве примера рассмотрен Цифровой двойник Москвы – комплексная информационная система, содержащая огромный архив панорамных изображений улиц, а также высокодетализированные цифровые модели домов. Цифровые двойники открывают новые возможности для рационального использования территорий, предлагая инструменты для оптимизации городского планирования. В недалеком будущем цифровые двойники могут стать ключевым элементом устойчивого развития городских территорий, способствуя тем самым созданию более эффективных, безопасных и комфортных условий для жизни населения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, территориальное планирование, цифровой двойник, управление территориями, градостроительные документы, цифровой двойник Москвы, генеральный план

О. V. Eliseeva¹

Digital twins of territories as an effective tool for territorial management

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies,
Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: k0390388@yandex.ru

Abstract. Digital twins are an innovative technology that allows you to create virtual copies of physical objects, systems, or processes. In the context of territorial management, digital twins open up new opportunities for the rational use of land resources, optimization of urban planning and improvement of the quality of life of the population. This article discusses the main aspects of using digital twins to manage territories. As an example, the Digital Twin of Moscow is considered – a comprehensive information system containing a huge archive of panoramic images of streets, as well as highly detailed digital models of buildings and structures. Large amounts of data, such as satellite imagery, traffic data, and environmental indicators, will allow for more accurate and detailed modeling of the urban environment, which will help optimize space use and improve infrastructure. Digital twins open up new opportunities for the rational use of territories, offering tools for optimizing urban planning. In the near future, digital twins may become a key element of the sustainable development of urban areas, thereby contributing to the creation of more efficient, safe and comfortable living conditions for the population.

Keywords: artificial intelligence, territorial planning, digital twin, territorial management, urban planning documents, digital twin of Moscow, master plan

Введение

Цифровой двойник – это цифровая (виртуальная) модель любых объектов, систем, процессов или людей. Она точно воспроизводит форму и действия оригинала и синхронизирована с ним. Первый настоящий цифровой двойник был создан в 2003 году, а наибольший интерес к данному методу пришелся на 2018-2019 гг. Ранее цифровые двойники применялись исключительно в технических сферах – при управлении производством, контроле технологических процессов и инженерных работах. Это понятие изначально было связано только с инженерными и техническими областями знаний.

Ситуация изменилась несколько лет назад, когда технология начала активно внедряться в новые направления. Первыми эту инновацию приняли специалисты, занимающиеся изучением пространственного распределения различных процессов и явлений.

В процессе развития технологии возникла потребность не только в создании трехмерных моделей объектов и сооружений с учетом окружающей среды, но и в возможности оценивать и прогнозировать реакцию территории с помощью специальных инструментов управления.

Сегодня использование цифровых двойников представляет собой современный и актуальный метод исследования, который находит применение в различных областях и продолжает активно развиваться.

К сожалению, пока не так много регионов готовы к воплощению таких решений. В России цифровые модели территорий сейчас появляются в инициативном порядке в наиболее активных субъектах РФ и городах.

Темпы создания двойников в России зависят в первую очередь от того, как быстро принимаются новые эффективные отечественные решения для их эксплуатации.

Цифровой двойник города представляет собой комплексный инструмент, который помогает городским властям принимать более обоснованные решения, взаимодействуя при этом с жителями. Он позволяет выявлять системные риски в городском хозяйстве и оптимизировать работу различных элементов инфраструктуры, включая транспортную систему, энергетику и жилищный фонд.

Цифровой двойник Москвы, получивший международное признание, содержит более 5 тысяч различных слоев данных.

Доступ к системе может предоставляться на разных уровнях в зависимости от задач пользователей. Существует два основных подхода: создание полностью открытых двойников на основе публичных данных и формирование систем с ограниченным доступом для определенных пользователей.

Основой цифрового двойника служат пространственные данные, включающие информацию о рельефе, расположении и форме строений, природных объектов. Дополнительным источником данных могут служить беспилотные автомобили.

Главная цель создания цифрового двойника – повышение качества жизни горожан через оптимизацию городских процессов. При этом он выступает не как инструмент для отдельной структуры, а как универсальный городской сервис.

Современные тенденции показывают растущий интерес к цифровым двойникам, что помогает лучше осознать их ценность для общества. Они также могут стать связующим звеном между реальным и виртуальным мирами в метавселенных, особенно в контексте бизнес-приложений. Это позволяет моделировать редкие чрезвычайные ситуации и изучать поведение людей в виртуальных условиях.

Уже существует немало удобных инструментов для влияния граждан на развитие города. Например – приложение «Активный гражданин». Правительство Москвы предлагает гражданам обсудить важные для развития города вопросы. Активные пользователи получают баллы, им назначается рейтинг и статусы. Подобные инструменты позволяют учитывать мнения и потребности жителей города, что влияет на управленческие решения.

Сам по себе цифровой двойник — это система данных IoT-сенсоров, аналитики и искусственного интеллекта, которая позволяет «оживить» модель, воспроизводя поведение объекта в реальном времени. Цель — прогнозировать, предупреждать и оптимизировать процессы в отраслях. В мировой промышленности технологии цифровых двойников стали одним из столпов Индустрии 4.0. В России они только набирают обороты, сдерживаемые в том числе уходом иностранных разработчиков и необходимостью импортозамещения. Полная зеркальность – это идеал, к которому возможно стремиться, но достичь его практически нереально. Да и не всегда нужно. Например, если есть задача отслеживать температуру воздуха в кабинете, чтобы рационально использовать ресурсы, то необходимо, чтобы к приходу на работу человека она была +24°C, а вечером в установленное время опускалась до +10°C. Если такой цели нет, зачем собирать данные и регулировать работу системы отопления? Это трата ресурсов и времени. Поэтому в цифровом двойнике всегда будут отображаться наиболее важные аспекты функционирования города. И актуализация параметров тоже не будет происходить ежесекундно и ежеминутно, если того не потребует поставленная задача.

Результаты

По данным Gartner 75% международных компаний уже внедрили технологии цифровых двойников, а к концу 2025 года 60% мировых производителей планируют их использовать в своей деятельности. В Российской Федерации цифровыми двойниками пользуются около 22%, а успешным примером служит «Цифровой двойник Москвы».

Проект «Цифровой двойник Москвы» – это фотограмметрическая модель территории города, в которую встроены архитектурные градостроительные решения, транспортные и инженерные сети.

Модель должна меняться в полном соответствии с тем, как меняется город. Поэтому каждый год снимки в «Цифровом двойнике Москвы» полностью обновляются (рис. 1).

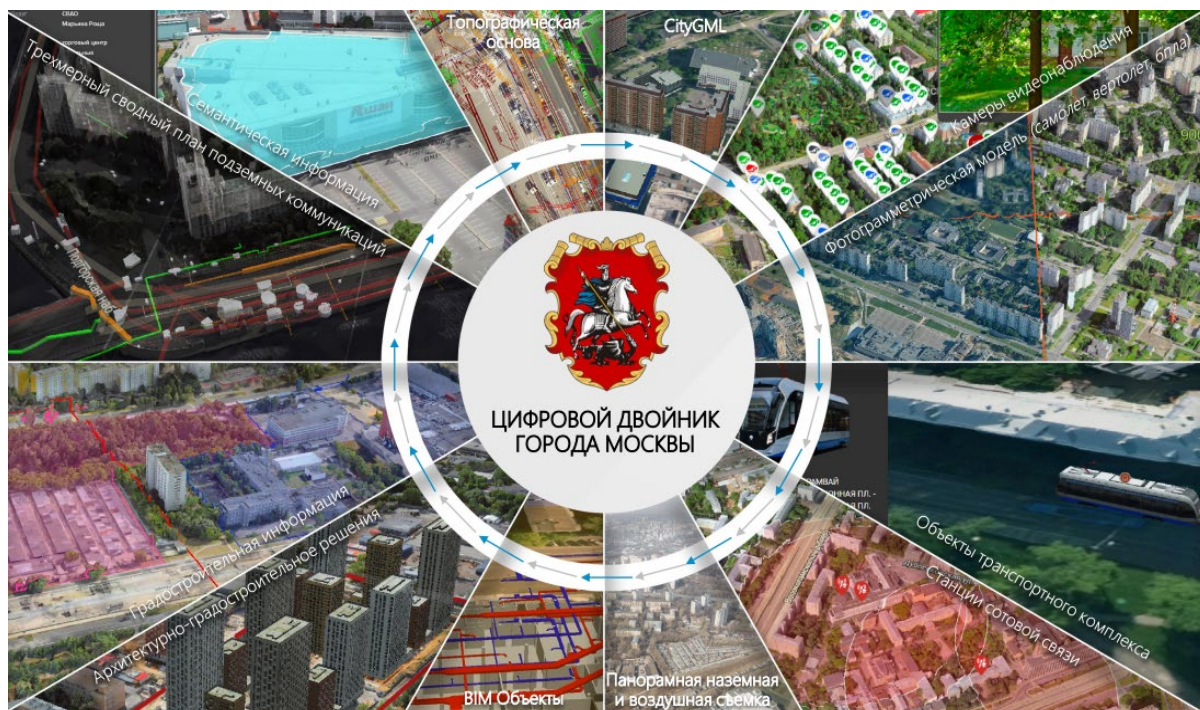


Рис. 1. Экосистема цифрового двойника на основе пространственных данных

В 2023 году в Цифровом двойнике Москвы появилась новая подсистема с более реалистичной графикой и возможностью взаимодействия с городской средой в виртуальном пространстве. Она позволяет принимать ещё более точные и эффективные решения по вопросам развития столицы (рис 2).



Рис. 2. Фотограмметрическая модель как основа цифрового двойника

Заключение

Цифровой двойник предоставляет уникальную возможность анализировать территорию с учетом множества факторов: исторического развития участка, текущего состояния инфраструктуры, рельефа местности и влияния природных и антропогенных факторов.

Ключевыми преимуществами использования цифровых двойников в управлении являются:

- точность анализа – возможность получить полное представление об объектах и процессах, что повышает качество принимаемых решений;
- наглядность – способность визуализировать даже самые сложные процессы делает их понятными для всех участников;
- эффективная коммуникация – упрощение обмена информацией между заинтересованными сторонами и достижение консенсуса;
- планирование проектов – более точное управление благодаря учету всех особенностей и ограничений;
- прогнозирование – возможность моделировать различные сценарии развития событий и минимизировать риски.

Такой подход позволяет создавать более эффективные и продуманные управленческие решения, учитывающие интересы всех сторон и особенности конкретной территории.

Основные ограничения развития цифровых двойников сейчас — это необходимость совершенствования соответствующего ПО и сбор данных об объектах оцифровывания. Кроме того, пока не во всех сферах целесообразно их создавать с экономической и инженерной точек зрения. Требования к реализации цифровых двойников упираются в технологии: нужны IoT-датчики для сбора данных в реальном времени, мощные аналитические платформы, интеграция данных с другими системами и искусственный интеллект — для анализа и прогнозирования. Отсюда вытекают проблемы отрасли в виде высоких затрат, необходимости обеспечивать кибербезопасность, сложность интеграции и катастрофическая нехватка экспертов. Цифровые двойники уже доказали свою практическую, но для масштабного распространения в России им предстоит преодолеть технологические и кадровые барьеры. Учитывая мировой тренд и потенциальный экономический эффект, развитие отечественной технологической базы моделей может стать одним из драйверов применения цифровых двойников повсеместно и в России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. [Электронный ресурс]: Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 26.12.2024) // Информационно-правовая система «Консультант Плюс» (дата обращения: 29.04.2025).
2. Российская Федерация. Законы. [Электронный ресурс]: Протокол Мэра Москвы от 29.10.2013 г. № 4-27-118/3-2 «О создании и применении трехмерной цифровой модели города Москвы» (дата обращения: 29.04.2025).

3. Российская Федерация. Законы. [Электронный ресурс]: Поручение Мэра Москвы от 25.01.2019 г. № 4-13-1196/9 «О трёхмерной модели города Москвы» (дата обращения: 29.04.2025).
4. Российская Федерация. Законы. [Электронный ресурс]: Распоряжение правительства Москвы от 04.03.2020 г. № 64-16-107/20/246 «Об утверждении технических требований к информации, полученной методом фотограмметрии, размещаемой в электронной форме в информационных системах города Москвы» (дата обращения: 29.04.2025).
5. Российская Федерация. Законы. [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Москвы от 09.07.2014 № 391-ПП «Об использовании воздушного пространства над Москвой» (дата обращения: 29.04.2025).
6. Российская Федерация. Законы. Об утверждении регламента информационного взаимодействия в процессе цифрового мастер-планирования территории города Москвы [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Москвы от 03.10.2024 № 64-16-552/24 (дата обращения: 29.04.2025).
7. Российская Федерация. Законы. Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Приказ Минцифры России от 28.02.2022 № 143 (ред. от 10.12.2024) // Информационно-правовая система «Консультант Плюс».
8. Официальный сайт Мэра Москвы [Электронный ресурс]: «Цифровой двойник Москвы»: как 3D-моделирование и искусственный интеллект изменили управление городом URL: <https://www.mos.ru/news/item/126225073/> (дата обращения: 29.04.2025).
9. Платформа [Электронный ресурс]: Проектирование мастер-планов: актуальный инструмент развития территорий URL: <https://pltf.ru/2024/04/17/proektirovanie-master-planov-aktualnyj-instrument-razvitiya-territorij/> (дата обращения: 29.04.2025).

© О. В. Елисеева, 2025