

## МОНИТОРИНГ ИНФРАСТРУКТУРЫ МОСКВЫ: РОЛЬ ДАННЫХ И АНАЛИТИКИ В РАЗВИТИИ «УМНОГО» ГОРОДА

Байорис А.Р., студент гр. А3-2, 2 курс

Научный руководитель: Ершов А.В., к.т.н., доцент

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г. Новосибирск.

Актуальность: современные города сталкиваются с множеством вызовов, связанных с ростом населения, изменением климата и необходимостью повышения качества жизни граждан. Эффективное управление городской инфраструктурой становится ключевым фактором для обеспечения устойчивого развития. В условиях быстрого технологического прогресса внедрение «умных» технологий и методов мониторинга состояния инфраструктуры позволяет оптимизировать процессы управления, повысить безопасность и улучшить качество предоставляемых услуг. Использование 3D-моделирования в этом контексте открывает новые возможности для анализа и визуализации данных, что делает актуальным исследование методов и технологий, применяемых для мониторинга городской инфраструктуры.

Цель исследования заключается в анализе современных методов и технологий, используемых для мониторинга состояния городской инфраструктуры, с акцентом на применение 3D-моделирования. Статья также направлена на выявление преимуществ и вызовов, связанных с внедрением «умных» технологий в управление городской инфраструктурой.

Задачи исследования:

- изучить существующие методы и технологии мониторинга городской инфраструктуры: рассмотреть различные подходы к сбору и анализу данных о состоянии инфраструктуры, включая традиционные и современные методы;
- создать 3D-модель части городской инфраструктуры города (здания) в программном обеспечении Autodesk Civil 3D. Определить, какие данные и информация могут быть извлечены из 3D-моделей городской инфраструктуры и как они могут быть использованы для улучшения управления;
- привести примеры проектов, связанных с мониторингом и управлением городской инфраструктурой с использованием «умных» технологий и 3D-моделирования;
- выявить преимущества и вызовы внедрения «умных» технологий.

Для мониторинга инфраструктуры «умного» города Москва необходимо собирать разнообразные данные, охватывающие различные аспекты городской жизни, технологий и инфраструктуры.

Приведем данные, которые следует учитывать при проведении мониторинга [1]:

- данные о зданиях и инфраструктуре: данные об управлении энергопотреблением, управлении отходами, о состоянии дорог и мостов, управлении парковками, обеспечении безопасности и т.д.;
- данные о коммунальной инфраструктуре: данные о качестве водоснабжения, воздуха, уборке города, состоянии парков и скверов, экологической обстановке и т.д.;
- данные о транспортной системе;
- данные о технологиях и цифровой инфраструктуре;
- данные о населении: данные о демографической структуре населения.

Для анализа данных о состоянии инфраструктуры используются различные методы и технологии, среди которых [1, 2]:

- геоинформационные системы: позволяют собирать, хранить и анализировать пространственные данные о состоянии инфраструктуры;
- методы машинного обучения и анализа данных;
- дистанционное зондирование: получение информации о состоянии инфраструктуры с помощью спутников, дронов или других устройств без непосредственного контакта с объектом.
- беспилотные аппараты: используются для проведения инспекций и мониторинга инфраструктуры в труднодоступных или опасных местах.
- интернет вещей (IoT): позволяет собирать данные с различных устройств и сенсоров, установленных на объектах инфраструктуры, для мониторинга и анализа их состояния.

Рассмотрим преимущества и недостатки методов и технологий для анализа данных о состоянии инфраструктуры [3–5], таблица 1.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки методов и технологий для анализа данных о состоянии инфраструктуры

№	Методы и технологии	Преимущества	Недостатки
1	Дистанционное зондирование	Широкий охват территории, возможность получения данных о больших масштабах.	Ограниченнная детализация, зависимость от погодных условий.
2	Сенсорные технологии	Реальное время мониторинга, высокая точность данных.	Высокая стоимость установки и обслуживания датчиков.
3	Инспекция с помощью БПЛА	Быстрый доступ к труднодоступным объектам, возможность получения высококачественных изображений.	Ограничение времени полета, необходимость в лицензировании.

№	Методы и технологии	Преимущества	Недостатки
4	3D-моделирование	Высокая степень детализации, возможность интеграции с другими данными, визуализация и анализ состояния объектов.	Требует значительных вычислительных ресурсов и времени на создание моделей.

Выбор наилучшего метода и технологии зависит от конкретных задач и условий. Однако 3D-моделирование можно считать одним из наиболее эффективных инструментов для мониторинга состояния городской инфраструктуры в Москве. Оно позволяет интегрировать данные из различных источников, визуализировать объекты и проводить комплексный анализ, что делает его незаменимым в современных условиях.

Мы считаем, что комбинирование нескольких методов (например, использование сенсоров для сбора данных в реальном времени и 3D-моделирования для анализа данных) может обеспечить наиболее полное и точное представление о состоянии городской инфраструктуры.

Для создания трехмерной модели части городской инфраструктуры (здания), выбрано программное обеспечение Autodesk Civil 3D, рисунок 1.



Рисунок 1 – 3D-модель части городской инфраструктуры: *а)* вид с боку; *б)* вид сверху

Из 3D-моделей зданий, выполненных в Autodesk Civil 3D, можно получить информацию о геометрических характеристиках объектов, таких как высота, площадь и объем. Модели позволяют анализировать

пространственные отношения между зданиями и окружающей инфраструктурой, а также оценивать их влияние на ландшафт.

С помощью 3D-модели городской инфраструктуры, можно получить данные и информацию о [6]:

- анализе пространственного расположения;
- инженерных расчетах: определение объемов земляных работ, проектирование дренажных систем и оценка устойчивости конструкций;
- планировании транспортной инфраструктуры;
- управлении проектом: планирование этапов строительства, оценку затрат и управление ресурсами;
- симуляции и моделировании: симуляции различных сценариев, таких как изменение уровня воды, воздействие на окружающую среду и другие факторы, что помогает в принятии обоснованных решений;
- документации и отчетности.

В Москве успешно используются данные и аналитика для улучшения городской инфраструктуры в сфере кадастра землеустройства и мониторинга.

Приведем примеры проектов, которые реализуются в данном направлении [6, 7], таблица 2.

Таблица 2 – Примеры проектов

№	Проект	Управляющий орган	Инструменты и технологии
1	Мониторинг использования земельных участков	Московская городская дума, Департамент земельных ресурсов города Москвы	<ul style="list-style-type: none"><li>– геоинформационные системы, которые позволяют визуализировать данные о земельных участках;</li><li>– спутниковые снимки и аэрофотосъемка для мониторинга изменений в использовании земель;</li><li>– информационные порталы, предоставляющие доступ к данным о земельных участках для граждан и организаций.</li></ul>
2	Оптимизация градостроительного планирования	Департамент градостроительной политики города Москвы, Комитет по архитектуре и градостроительству.	<ul style="list-style-type: none"><li>– аналитические платформы для обработки больших данных, которые помогают в моделировании сценариев развития города;</li><li>– участие граждан через платформы обратной</li></ul>

№	Проект	Управляющий орган	Инструменты и технологии
			связи, позволяющие учитывать мнения и потребности жителей в градостроительном планировании.
3	Принятие решений о развитии инфраструктуры	Департамент транспорта города Москвы, Департамент строительства города Москвы.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– системы управления транспортом, которые анализируют данные о трафике и загруженности дорог;</li> <li>– модели прогнозирования, которые помогают оценить влияние новых проектов на общую инфраструктуру;</li> <li>– платформы для сбора и обработки данных от пользователей (например, мобильные приложения, позволяющие отслеживать ситуацию на дорогах в реальном времени).</li> </ul>

Рассмотрим преимущества внедрения «умных» технологий в городскую инфраструктуру [8]:

– эффективность: умные технологии позволяют оптимизировать использование ресурсов, улучшить управление транспортной системой, повысить качество коммунальных услуг и даже сократить затраты на обслуживание инфраструктуры.

– экологическая устойчивость: использование умных технологий позволяет снизить энергопотребление, уменьшить выбросы вредных веществ, снизить количество отходов и повысить общую экологическую эффективность города.

При реализации программы умного города на базе данных и аналитики могут возникнуть следующие вызовы и препятствия [8]:

- сложности в сборе и интеграции данных;
- отсутствие квалифицированных специалистов;
- финансовые затраты.

В заключение, проведенное исследование подчеркивает важность интеграции современных методов и технологий мониторинга городской инфраструктуры для эффективного управления и развития «умного» города Москва. Анализ существующих подходов к сбору и анализу данных показал,

что традиционные методы, такие как визуальные инспекции и опросы, постепенно уступают место более современным технологиям, включая дистанционное зондирование, сенсорные сети и 3D-моделирование.

Создание 3D-модели части городской инфраструктуры в Autodesk Civil 3D продемонстрировало, что такие модели могут предоставить ценную информацию о геометрических характеристиках объектов, их состоянии и взаимосвязях с окружающей средой. Эти данные могут быть использованы для оптимизации управления, планирования ремонтов и модернизации объектов, а также для повышения безопасности и устойчивости городской инфраструктуры.

Примеры успешных проектов, связанных с мониторингом и управлением городской инфраструктурой с использованием «умных» технологий, подтверждают эффективность интеграции данных и аналитики в процесс принятия решений. Такие проекты способствуют улучшению качества жизни горожан, повышению эффективности использования ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

#### Список литературы:

1. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ – Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 01.03.2025).
2. Кузнецов И.А. Цифровая двойница: концепция и реализация / И.А. Кузнецов. – Москва: Издательство МГТУ, 2020 – С. 250.
3. Петров С.В. Умное строительство: новые технологии и подходы / С.В. Петров. – Москва: Стройиздат, 2021. – С. 300.
4. Талапов В. В. Основы BIM: введение в технологию информационного моделирования зданий. – М. : Издательство «ДМК-пресс», 2011. – 392 с.
5. Васильев С. В. Лазерное сканирование и его применение в 3D-моделировании городской инфраструктуры / С. В. Васильев // Городская инфраструктура: проблемы и решения. – 2021. – № 3. – С. 12–18.
6. Петров А. Н. Возможности лазерного сканирования в строительстве: опыт Москвы / А. Н. Петров, И. Д. Сидоров // Архитектура и строительство: материалы международной конференции. – Москва, 2020. – С. 45–50.
7. Лисицкий Д. В., Чернов А. В. Теоретические основы трехмерного кадастра объектов недвижимости // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 153–170.
8. Смирнова Е. И. Применение технологий лазерного сканирования в умных городах / Е. И. Смирнова // Инновации в градостроительстве. – 2022. – Т. 1, № 2. – С. 27–34.