

Умные города и зеленая инфраструктура: опыт Страсбурга, Москвы, Тулы и Твери

Ерошенкова А.Р.

Ерошенкова (Короленко) Анна Рустэмовна — к.э.н., независимый специалист по оценке недвижимости и научный консультант стартап проектов в области недвижимости, бывший сотрудник ГАУ «НИИПИ Генплана Москвы» и НП «Экспертно-аналитический центр».

SPIN РИНЦ: 8019-6104

Для цитирования: Ерошенкова А.Р. Умные города и зеленая инфраструктура: опыт Страсбурга, Москвы, Тулы и Твери // Современная мировая экономика. 2025. Том 3. №2(10). EDN: MAUEQD

DOI: <https://doi.org/10.17323/2949-5776-2025-3-2-105-122>

Ключевые слова: умный город, зеленая инфраструктура, цифровые двойники, искусственный интеллект, интернет вещей, устойчивое развитие, инвестиционная привлекательность, качество жизни, российские города, Страсбург.

Аннотация

Статья посвящена анализу интеграции зеленой инфраструктуры и цифровых технологий в современном городском пространстве на примере зарубежного опыта Страсбурга (Франция) и российских городов — Москвы, Тулы и Твери. Рассматриваются ключевые аспекты концепции умного города, в том числе экономический, социальный и экологический, а также роль цифровых двойников, искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT) в управлении городскими ресурсами. Сравнительный анализ данных по 3000 объектам недвижимости в четырех городах демонстрирует, что интеграция умных решений, связанных с зеленой инфраструктурой, может повышать стоимость жилья на 18–30% в мегаполисах и на 10–15% в городах среднего размера. На основе изученного опыта предложены практические рекомендации для российских городов по развитию устойчивой городской среды с интеграцией цифровых технологий и зеленой инфраструктуры. В качестве ключевых рекомендаций предлагается внедрение пилотных проектов по цифровому мониторингу зеленых зон, использование платформ для вовлечения жителей и адаптация успешных европейских практик с учетом местной специфики.

1. Введение

Сегодня во многих городах мира, как крупных мегаполисах, так и средних городских центрах, наблюдается целый спектр актуальных проблем, в том числе интенсивный рост населения, ограниченность свободных от застройки территорий, изменение климата и необходимость поддерживать экологическое равновесие, сохраняя здоровье природы и устойчивость городских экосистем. В этих условиях особенно важно применять решения, которые одновременно улучшают качество жизни, повышают устойчивость городской среды, а также ее экономическую, социальную и экологическую эффективность. Развитие зеленой инфраструктуры в конкретных городах постепенно превращается в важнейший механизм устойчивого развития. Под термином «зеленая инфраструктура» зачастую понимается комплекс взаимосвязанных природных и искусственно созданных компонентов городской и пригородной среды, способствующих развитию ее экологических, социальных и экономических функций [European Environment Agency]. Полный потенциал зеленой инфраструктуры раскрывается лишь при использовании цифровых технологий, дающих возможность эффективно управлять ресурсами, осуществлять мониторинг и вовлекать жителей в процессы благоустройства. Сочетание экологических решений и цифровых технологий создает новое понимание городской среды и выступает основополагающим элементом концепции умного города.

Цель данного исследования — выявить, как интеграция цифровых технологий и зеленой инфраструктуры влияет на социально-экономические и экологические показатели некоторых городов России и Франции. В качестве примеров таких городов взяты Москва, Тула, Тверь и Страсбург. Мы проверяем гипотезу, что города с интегрированной цифровой системой управления зелеными зонами демонстрируют более высокую инвестиционную привлекательность, социальную вовлеченность и экологическую устойчивость.

Для оценки воздействия зеленой инфраструктуры на городское пространство применялись комплексные методы, включая расчет влияния зеленых зон на стоимость недвижимости через массовую оценку (3000 объектов жилой недвижимости в четырех городах), а также сравнительный анализ для выявления связей между озеленением и стоимостью недвижимости.

Структура работы отражает логику исследования. Во втором разделе излагается концепция умного города и ее ключевые аспекты. Третий раздел посвящен роли цифровых технологий (ИИ, IoT, цифровых двойников) в управлении городской средой. В четвертом и пятом разделах последовательно анализируется зарубежный (на примере Страсбурга) и российский (на примере Москвы, Тулы и Твери) опыт интеграции цифровых технологий в процесс городского управления. Шестой раздел содержит количественный анализ цен на недвижимость и моделирование взаимосвязей изучаемых элементов концепции умного города. В седьмом разделе формулируются практические рекомендации для российских городов. Заключение резюмирует основные результаты исследования.

2. Концепция умного города

Существующие современные вызовы способствуют развитию концепции умного города. Под этим термином обычно подразумевается городская среда, в которой активно применяются информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), интернет вещей, анализ больших данных и прочие цифровые решения для улучшения качества жизни городских жителей, в целях поддержания устойчивого развития и повышения экономической, социальной и экологической эффективности [UNECE]. Идея умного города вышла далеко за рамки чистой теории, она воплощается в реальных инициативах, изменяя способы жизни, работы и взаимодействия горожан с городской средой. Яркие примеры внедрения можно наблюдать в таких городах, как Москва, Токио, Амстердам и Барселона. Умные города с учетом городского планирования, экологических принципов и цифровых инструментов предлагают всё новые и новые способы организации городской жизни и пространства.

К середине XXI в. более двух третей населения нашей планеты будет сосредоточено в городах [United Nations 2019]. Крупные мегаполисы, такие как Шанхай, Нью-Йорк, Лондон и Париж, уже испытывают демографическое давление и ищут решения через концепцию умного города. Активная урбанизация неизбежно приведет к увеличению энергопотребления, росту и интенсивности транспортных потоков, ухудшению экологической ситуации и повышению стандартов качества жизни городских жителей. В такой ситуации внедрение технологий умного города становится не просто желательной мерой, а первейшей задачей для обеспечения эффективного развития городских территорий. Современные интеллектуальные системы управления позволяют оптимизировать использование ресурсов города, в том числе воды, энергии и транспорта, снижать негативное давление на окружающую среду, повышать безопасность и комфортность проживания, а также обеспечивать устойчивость инфраструктуры для адаптации к новым вызовам, таким как климатические изменения, увеличение численности населения или чрезвычайные ситуации.

Оценка значимости умного города требует анализа его влияния на три ключевых компонента городской среды — экономический, социальный и экологический.

Экономический компонент. Создание цифровой городской инфраструктуры открывает возможности создания новых рабочих мест в благоустройстве, ИТ-отрасли и секторе услуг, что делает города более привлекательными для инвесторов и способствует росту цен на недвижимость. Параллельно рациональное использование ресурсов и повышение эффективности управления усиливают экономическую стабильность городских систем.

Социальный компонент. Использование информационных технологий для развития умного города позволяет формировать удобное и доступное для всех пространство. В том числе, через цифровые платформы жители имеют возможность получить любую необходимую информацию, связанную с городской жизнью. Кроме того, они могут участвовать в управлении и мониторинге инфраструктуры, а также расширять социальные связи и развивать городские сообщества.

Экологический компонент. Концепция умных городов направлена на создание устойчивой городской среды за счет рационального использования энергии, сокращения вредных выбросов и повышения общей экологической эффективности городской инфраструктуры. Технологии интернета вещей и датчики дают возможность осуществлять мониторинг уровня загрязнения воздуха, управлять поливом зеленых территорий и рационально использовать водные ресурсы, способствуя адаптации городской среды к климатическим изменениям. Для достижения максимальной экологической эффективности необходим комплексный подход, объединяющий технологические решения и продуманное планирование.

Можно выделить следующие *ключевые элементы*, формирующие структуру и функциональность современного умного города:

- *Цифровая инфраструктура:* IoT-сенсоры, цифровые двойники, прогнозная аналитика.
- *Транспорт и логистика:* умные светофоры, управление потоками, системы общественного транспорта.
- *Энергетика:* умные сети, оптимизация потребления, возобновляемые источники.
- *Социальная среда:* цифровые сервисы для участия жителей, образовательные платформы.
- *Зеленая инфраструктура:* парки, скверы, зеленые крыши, водные объекты, управляемые через ИИ и IoT.

Резюмируя, можно сказать, что умный город — это не последовательность инновационных решений, комплекс технических средств, система современных технологий, а новая модель взаимодействия человека и окружающей его городской среды, задающая вектор городского развития, формирующая траекторию грядущей урбанизации, обозначающая направление эволюции городов. Использование информационно-коммуникационных технологий, цифровых двойников и IoT-сенсоров позволяет не только оптимизировать ресурсы и прогнозировать последствия градостроительных решений, но и вовлекать жителей в процессы управления городом, создавая более комфортную, безопасную и экологически сбалансированную среду. Экономическая эффективность достигается через создание новых рабочих мест и повышение инвестиционной привлекательности территорий, социальная — через цифровые сервисы и образовательные платформы, а экологическая — через развитие управляемой зеленой инфраструктуры. Перспективы умных городов связаны с интеграцией искусственного интеллекта в процесс принятия управленческих решений, прогнозной аналитикой и расширением возможностей цифрового управления, что позволит городам будущего не только эффективно реагировать на вызовы урбанизации и климатических изменений, но и формировать пространство, где технологии и природа работают на благо человека, обеспечивая долгосрочную устойчивость и качество жизни.

3. Технологии ИИ и IoT в управлении городской средой

Устойчивость города напрямую зависит от интеграции современных технологий в процесс городского управления. В этом контексте особое значение приобретают цифровые двойники, ИИ и IoT, которые позволяют не только собирать и анализировать данные, но и управлять сложными процессами развития городской среды в реальном времени.

Экологическая эффективность умных городов достигается благодаря системному подходу, интегрирующему современные технологии и грамотное планирование, включая надежный общественный транспорт, обширные зеленые зоны, безопасную инфраструктуру и цифровые сервисы, которые предугадывают и удовлетворяют потребности жителей. Первые решения этого уровня уже активно внедряются, и *ключевым инструментом становятся цифровые двойники городов* [Краснов, Трифонов, Шмелева 2023].

Цифровой двойник — это фактически виртуальная копия города или его части, созданная на основе актуальных данных. Он позволяет безопасно испытывать новые решения, прогнозировать последствия градостроительных мероприятий и оптимизировать использование ресурсов. В отличие от традиционных подходов к городскому управлению цифровой двойник обеспечивает комплексное понимание работы города, учитывая не только физические объекты, но и социальные процессы. Цифровые двойники должны сопровождать город на всех этапах его развития от планирования до эксплуатации. Их применение позволяет решать широкий спектр задач, в том числе:

- *городское планирование и моделирование застройки* — оценка влияния новых объектов на трафик, уровень шума, качество воздуха и устойчивость экосистем;
- *мониторинг и обслуживание инфраструктуры* — контроль состояния мостов, туннелей, дорог и инженерных сетей с возможностью раннего выявления неисправностей;
- *управление объектами и энергоэффективность* — моделирование энергопотребления, сокращение затрат и переход на возобновляемые источники энергии;
- *мониторинг окружающей среды и климата* — анализ последствий изменения климата и разработка адаптационных мер для города;
- *управление чрезвычайными ситуациями* — координация действий экстренных служб при пожарах, наводнениях или других катастрофах;
- *общественная безопасность и транспортное регулирование* — использование данных в реальном времени для предотвращения преступлений, управления движением и контроля массовых мероприятий.

Развитие цифровых двойников как часть модели умного города демонстрирует, что ключ к устойчивой и адаптивной городской среде лежит в объединении инновационных решений, синтезе современных разработок, внедрении высокотехнологичных инструментов. На следующем этапе в центр внимания выходят

искусственный интеллект (ИИ) и интернет вещей (IoT), которые позволяют не только осуществлять сбор и анализ данных, но и оперативно управлять городскими процессами, оказывая всестороннее влияние на экономическую, социальную и экологическую сферы.

Примеры успешного внедрения этих технологий можно наблюдать в таких городах, как Москва и Страсбург. Эти города стремительно меняются: в частности, искусственный интеллект и цифровые технологии формируют новые подходы к градостроительству и благоустройству.

Искусственный интеллект представляет собой область информатики, направленную на создание систем, которые способны решать задачи, ранее требовавшие человеческого мышления: анализировать данные, делать прогнозы, распознавать изображения и речь, а также принимать решения. Интернет вещей описывает подход, при котором различные физические объекты, от датчиков и устройств до транспортных средств и зданий, объединяются в единую сеть и самостоятельно собирают, передают и обмениваются информацией через интернет, минимизируя необходимость прямого вмешательства человека [IBM 2024]. Если раньше акцент делался на развитии транспортных систем и инженерной инфраструктуры, то сегодня все большее значение приобретает интеграция зеленых пространств в городскую ткань и управление ими с помощью ИИ и IoT.

Ключевым фактором здесь является использование больших данных, IoT и облачных технологий. Сбор и анализ информации позволяют оптимизировать энергопотребление, транспортные потоки, управление отходами и общественную безопасность. В этом контексте ИИ становится центральным инструментом для умных городов. В результате ИИ становится ключевым инструментом в создании устойчивой, безопасной и комфортной городской среды. Его применение охватывает:

- прогнозную аналитику для прогнозирования роста городов и потребностей в инфраструктуре;
- интеллектуальные системы управления движением для снижения пробок и выбросов;
- цифровые двойники городов, позволяющие моделировать сценарии развития, включая климатические и экологические вызовы;
- умные сети и IoT, которые регулируют энергопотребление, мониторят состояние воздуха, воды и почвы, повышая качество жизни жителей.

В этой логике зеленая инфраструктура перестает быть только эстетическим элементом. Она превращается в функциональный компонент цифрового города, где ИИ анализирует данные о состоянии растений, прогнозирует риски (болезни, засуху, загрязнение) и предлагает оптимальные меры по уходу.

При этом новые инструменты, такие как no-code платформы (платформы, позволяющие создавать приложения и цифровые решения без необходимости писать код), делают доступ к технологиям ИИ более демократичным. Теперь даже без глубоких технических знаний муниципалитеты и городские планировщики могут создавать интеллектуальные приложения, оптимизирующие транспорт, энергетику, отходы и общественную безопасность. Такие решения, как AppMaster

(современная no-code платформа для создания веб- и мобильных приложений с автоматической генерацией кода, позволяющая экспортировать проекты и развертывать их на собственных серверах или в облаке), упрощают прототипирование и ускоряют внедрение проектов умного города, делая их более масштабируемыми и устойчивыми [AppMaster 2023].

В результате применение цифровых технологий в управлении зеленой инфраструктурой как элементом умного города отражается сразу в трех ключевых измерениях — экономическом, социальном и экологическом — формируя комплексный эффект для устойчивого развития городов.

Экономический аспект. Применение ИИ и IoT в управлении зелеными территориями создает дополнительные перспективы для развития зеленой экономики. Появляются рабочие места для специалистов в области ландшафтного дизайна, экологии, цифровой аналитики и эксплуатации систем мониторинга. Кроме того, использование умных технологий снижает затраты на уход за зелеными территориями, повышает инвестиционную привлекательность районов и способствует росту стоимости недвижимости, расположенной рядом с благоустроенными зонами.

Социальный аспект. Цифровые технологии повышают активность жителей в формировании городской среды: горожане могут не только участвовать в обсуждении проектов благоустройства, но и интегрироваться в систему мониторинга, используя мобильные приложения для фиксации проблем и внесения предложений. Это способствует росту доверия к властям, укрепляет чувство общности и формирует культуру заботливого отношения к зеленым зонам.

Экологический аспект. Использование IoT и ИИ в управлении зеленой инфраструктурой как элементом умного города позволяет не только оптимизировать уход за зелеными зонами, но и решать важные экологические задачи. Датчики влажности и температуры обеспечивают экономное использование воды и предотвращают перерасход ресурсов, а системы мониторинга выявляют тепловые аномалии, позволяя их отрегулировать. Зеленые зоны выполняют роль природных фильтров, уменьшая загрязнение воздуха, поглощая углекислый газ и создавая комфортный микроклимат. В долгосрочной перспективе цифровое сопровождение озелененных территорий повышает климатическую устойчивость городов и снижает их уязвимость к экстремальным погодным условиям.

Опыт внедрения цифровых двойников, искусственного интеллекта и IoT демонстрирует, что устойчивое развитие современных городов невозможно без интеграции передовых технологий. Использование больших данных, облачных сервисов и интеллектуальных систем позволяет не только эффективно управлять инфраструктурой и транспортными потоками, но и оптимизировать энергопотребление, уход за зелеными зонами и экологическую устойчивость. Применение цифровых инструментов повышает экономическую привлекательность городов, вовлеченность жителей и качество жизни, а также укрепляет социальную сплоченность. Кроме того, внедрение no-code платформ, таких как AppMaster, делает эти технологии доступными для муниципалитетов и городских планировщиков, ускоряя прототипирование и масштабирование инновационных решений. В совокупности цифровые технологии создают комплексный эффект, обеспечивая адаптивность,

безопасность и устойчивость городской среды перед вызовами урбанизации и изменения климата.

4. Зарубежный опыт интеграции цифровых технологий и зеленой инфраструктуры как элемента умного города

Для более полного понимания практических аспектов реализации концепции умного города и цифрового управления зеленой инфраструктурой полезно обратиться к конкретным примерам зарубежного опыта. Сопоставление российского и европейского опыта дает возможность выявить наиболее эффективные подходы к благоустройству, оценить их влияние на качество жизни и стоимость недвижимости, а также определить, как успешно адаптировать эти решения к особенностям российских городов. Пример эффективной интеграции технологий и зеленой инфраструктуры как элемента умного города наглядно демонстрирует опыт конкретных городов, таких как Страсбург (Франция), где цифровые решения и благоустроенные зеленые зоны работают в тесной связке. Страсбург — небольшой по мировым меркам, но исторически и политически значимый город с развитой системой зеленой инфраструктуры и интеграцией инновационных технологий управления территорией. Опыт этого города в области благоустройства демонстрирует, как наличие зеленых зон влияет на привлекательность районов и ценообразование жилья.

Примерами успешного благоустройства стали парк Orangerie и район Quartier des XV с «дворами без машин» и благоустроенными зелеными зонами, которые повысили привлекательность кварталов и спрос на жилье. Зеленые зоны здесь не только улучшают качество городской среды, но и выступают фактором ценообразования, обеспечивая интеграцию экосистемных услуг в экономический оборот.

Экономический аспект. Зарубежный опыт показывает, что зеленая инфраструктура является не только средством улучшения качества жизни, но и драйвером экономического развития. В европейских городах внедрение систем умного озеленения и цифрового мониторинга создает новые рабочие места — от операторов IoT-платформ и специалистов по обработке данных до экологов-аналитиков и ландшафтных архитекторов. Опыт Страсбурга демонстрирует, как сочетание цифровых технологий и зеленой инфраструктуры повышает инвестиционную привлекательность районов и стоимость недвижимости. Близость к зеленым зонам повышает стоимость недвижимости на 10–20%, а города с устойчивыми зелеными стратегиями становятся более привлекательными для инвесторов и туристов.

Социальный аспект. В зарубежных городах зеленая инфраструктура как элемент умного города рассматривается как важнейший социальный ресурс. В Страсбурге развитие зеленых зон сопровождается активным вовлечением жителей: муниципальные власти используют мобильные приложения и онлайн-платформы для обсуждения проектов благоустройства, а жители участвуют в выборе мест для высадки деревьев и мониторинге состояния окружающей среды. Такой подход усиливает чувство сопричастности и ответственности горожан за облик города.

Экологический аспект. Зеленая инфраструктура является ключевым элементом адаптации к изменениям климата и улучшения экологической ситуации. Зеленые насаждения снижают уровень загрязнения воздуха, смягчают эффект тепловых колебаний в отдельных зонах, удерживают влагу и уменьшают риск подтоплений. Использование IoT-сенсоров в управлении зелеными зонами позволяет экономить воду при поливе, контролировать температуру и поддерживать биоразнообразие. Пример Страсбурга показывает, что использование IoT-сенсоров для управления зелеными зонами позволяет не только контролировать температуру и влажность, но и поддерживать экосистемы в комплексе. В результате создается устойчивая экосистема, повышающая качество жизни и формирующая комфортные условия проживания в долгосрочной перспективе.

Дополнительно современные города начинают интегрировать системы мониторинга снега и льда на тротуарах, дорогах и крышах зданий. Датчики влажности и температуры, а также системы подогрева позволяют оперативно выявлять опасные участки, предотвращать аварийные ситуации и повышать безопасность горожан, особенно в зимний период. Такие решения являются частью комплексного подхода к умному управлению городской средой, объединяя экологические, социальные и технические аспекты.

Кроме того, зеленые пространства становятся площадкой для укрепления социального капитала: они формируют условия для общения, культурных мероприятий, занятий спортом и инклюзивного досуга. Особое внимание уделяется обеспечению доступности: при разработке парков учитываются потребности людей с ограниченными возможностями, детей и пожилых жителей. Такой комплексный подход позволяет превратить озелененные территории в инструмент социальной интеграции, где разные группы населения получают равный доступ к комфортной городской среде.

Для более точного анализа необходимо выделить ключевые компоненты зеленой инфраструктуры как части умного города, которые формируют комфортную городскую среду. Зеленая инфраструктура умного города включает:

- парки, скверы, лесопарки, благоустроенные дворовые территории;
- зеленые улицы и бульвары;
- водные объекты с прибрежными зелеными зонами;
- инновационные элементы: зеленые крыши, вертикальное озеленение.

Международные исследования подтверждают положительное влияние зеленой инфраструктуры на качество жизни и экономическую привлекательность территорий. Международные исследования (Германия, Канада, Республика Корея) подтверждают, что зеленая инфраструктура положительно влияет на стоимость жилой недвижимости и качество жизни населения. В логическом продолжении этих выводов опыт зарубежных городов, таких как Страсбург, демонстрирует, что интеграция цифровых технологий, умных систем управления и зеленой инфраструктуры формирует устойчивую, комфортную и экономически привлекательную городскую среду. Экономический эффект выражается в увеличении числа рабочих мест, повышении инвестиционной привлекательности и росте стоимости

недвижимости. Социальный аспект проявляется через участие жителей в управлении городом, укрепление чувства общности и обеспечение инклюзивного доступа к городской среде. Экологический аспект направлен на адаптацию к климатическим изменениям, снижение загрязнения воздуха, уменьшение эффекта колебаний температур и сохранение биоразнообразия.

Опыт Страсбурга демонстрирует, что комплексный подход к развитию городов, объединяющий цифровые технологии (ИИ, IoT, цифровые двойники), продуманное планирование и зеленую инфраструктуру, обеспечивает устойчивость, гибкость городской среды и улучшение качества жизни жителей. Для российских городов это служит ориентиром: успешная интеграция технологий и природных элементов в городскую ткань позволяет создавать эффективные, безопасные и экологически устойчивые города будущего.

При этом важно учитывать, что экономическая и экологическая ценность зеленых зон проявляется лишь в сочетании с активной жизнью города и участием жителей, а сами по себе парки не гарантируют стабильности или социальной интеграции. При создании устойчивой городской среды важно учитывать не только количественные показатели, но и рост стоимости недвижимости или экономическую привлекательность районов, но и социальные процессы и качество жизни горожан. В этом смысле особенно ценными оказываются идеи исследователя городской среды Джейн Джейкобс, изложенные в ее работе «Смерть и жизнь больших американских городов» [Jacobs 1961]. Она подчеркивает, что парки и зеленые зоны сами по себе не являются гарантией стабилизации цен на жилье и укрепления локальных сообществ. Парки не действуют автоматически; их положительное влияние проявляется только в сочетании с активной городской жизнью, доступными инфраструктурными и социальными связями, а также участием жителей в формировании среды. Это подтверждает необходимость комплексного подхода: цифровые технологии, умная система управления и зеленая инфраструктура должны работать в тесной интеграции с сообществами, учитывая человеческий фактор и социальные процессы, а не полагаться исключительно на физические элементы благоустройства для достижения устойчивости и качества городской среды.

Подытоживая, следует подчеркнуть, что экологические проекты напрямую связаны с экономическим ростом и развитием зеленой экономики, поскольку создание и поддержка зеленых зон стимулируют инвестиции в инфраструктуру, способствуют созданию рабочих мест в области экологического планирования и обслуживания, увеличивают стоимость недвижимости и привлекают предпринимателей и туристов.

5. Российский опыт интеграции цифровых технологий и зеленой инфраструктуры как частей умного города

Рассмотрим опыт внедрения зеленой инфраструктуры и цифровых технологий как элементов умного города в российских городах с акцентом на масштаб, ресурсы и особенности городской среды. Для анализа используем примеры Москвы, Тулы

и Твери. Москва — крупнейший российский мегаполис, где комплексное благоустройство и цифровизация зеленых зон уже применяются на значительных масштабах. Москва также показывает высокий уровень цифровизации в управлении жилыми комплексами, применяя умные системы микроклимата и безопасности. Тула и Тверь — города среднего размера, где внедрение инновационных решений находится на стадии пилотных проектов, что логично для средних городов, поскольку масштабирование требует дополнительных ресурсов. Сравнение этих городов с Москвой позволяет оценить влияние размеров города и зрелости инфраструктуры на эффективность внедрения зеленой инфраструктуры и цифровых технологий.

Рассмотрим эффекты внедрения зеленой инфраструктуры на выбранные города, начиная с ее экономического значения.

Экономический аспект. Развитие зеленой инфраструктуры в сочетании с цифровыми технологиями приносит не только экологические и социальные выгоды, но и ощутимый экономический эффект. Во-первых, создание рабочих мест в сфере зеленой экономики: от специалистов по благоустройству и уходу за растительностью до операторов мониторинга и экологических аналитиков. Во-вторых, цифровизация позволяет оптимизировать эксплуатацию парков и дворовых территорий через автоматизированный полив, заботу о растениях и контроль микроклимата. В-третьих, наличие благоустроенных зеленых территорий усиливает инвестиционную привлекательность города, способствует росту цен на жилье и привлекает девелоперов.

В долгосрочной перспективе такие меры укрепляют экономическую конкурентоспособность городов и повышают их устойчивость к внешним вызовам.

Социальный аспект. В Москве зеленые зоны служат местом активного отдыха, проведения культурных и спортивных мероприятий. В крупных парках и жилых комплексах городскими властями внедряются умные системы управления микроклиматом, освещением и безопасностью, позволяющие жителям участвовать в мониторинге городской среды и планировании благоустройства. Анализ данных с сенсоров (влажность почвы, освещенность, температура) прогнозирует состояние растений, выявляет болезни и оптимизирует уход. Комплексный подход повышает вовлеченность населения, качество городской среды и удовлетворенность жителей, одновременно увеличивая стоимость жилья.

В Туле стартует пилотное использование цифровых инструментов для мониторинга и управления зелеными насаждениями. Хотя масштабные муниципальные проекты с сенсорными системами пока отсутствуют, опыт частного сектора создает потенциал для интеграции и позволяет администрации быстро реагировать на состояние зеленых зон, повышая вовлеченность жителей.

В Твери в ЖК «Южный» и других пилотных комплексах применяются системы умного дома и IoT для мониторинга зеленых территорий. Сенсоры контролируют растения и микроклимат, обеспечивая онлайн-взаимодействие с управляющей компанией и вовлекая жителей в поддержание комфортной и безопасной среды. Такие решения формируют основу для дальнейшей цифровизации благоустройства и внедрения ИИ.

Таким образом, цифровизация и умные решения в зеленой инфраструктуре как элемента умного города повышают социальную вовлеченность, качество городской среды и потенциал экономической привлекательности территорий.

Экологический аспект. В Москве IoT-сенсоры (устройства, которые собирают данные из окружающей среды и передают их в интернет или на другие устройства для анализа и управления) и системы ИИ оптимизируют полив, уход за растительностью, контролируют микроклимат и выявляют болезни растений.

В Туле пилотные проекты цифрового мониторинга позволяют базово контролировать состояние зеленых насаждений, регулировать полив и уход, однако комплексного экологического эффекта пока нет. Эти решения создают основу для будущей цифровизации экологического управления.

В Твери сенсорные системы и пилотные проекты умных зеленых зон позволяют частично контролировать состояние растений и микроклимат, создавая локальные экологические эффекты. Постепенно развивается цифровая инфраструктура для экологического мониторинга и адаптивного ухода за зелеными зонами.

В результате Москва демонстрирует выверенный интегрированный подход, где традиционные зеленые зоны и ИИ-технологии дополняют друг друга, создавая высокую социальную и экологическую ценность, а также повышая стоимость жилья и удовлетворенность жителей. Тула и Тверь находятся на стадии пилотного внедрения цифровых решений, что ограничивает текущий эффект, но закладывает потенциал для масштабирования и повышения устойчивости городской среды. Комплексная интеграция цифровых технологий и зеленой инфраструктуры является ключом к созданию комфортной, безопасной и экологически устойчивой городской среды.

6. Сравнительный анализ и модель взаимосвязи элементов умного города на примере Страсбурга, Москвы, Тулы и Твери

Современные города представляют собой сложные социально-технические системы, в которых экономические, экологические и технологические процессы находятся во взаимосвязи и взаимозависимости. В условиях урбанизации, роста плотности застройки и изменения климата особое значение приобретает сочетание цифровых технологий и зеленой инфраструктуры (как неотъемлемых элементов умного города), способное одновременно повышать качество городской среды, инвестиционную привлекательность и уровень жизни населения.

Исследование взаимодействия этих элементов позволяет понять, как интеграция умных решений и благоустроенных зеленых зон влияет на социально-экономические показатели города, в частности на стоимость жилья, вовлеченность жителей и экологическую устойчивость. Такой подход дает возможность выявить закономерности, характерные для городов разного масштаба и уровня цифровизации, а также определить оптимальные стратегии развития городской среды.

Объединение анализа зеленой инфраструктуры, цифровизации и экономических эффектов становится ключевым для построения модели умного города,

в которой каждый компонент влияет на эффективность управления и качество жизни, создавая основу для устойчивого развития.

Продолжая анализ практической реализации зеленой инфраструктуры и цифровизации, необходимо оценить их воздействие на стоимость жилой недвижимости. Таблица 1 (с. 117) сравнивает показатели зеленой инфраструктуры и цифровизации в Страсбурге (Франция), Москве, Туле и Твери (РФ), чтобы выявить особенности интеграции зеленой инфраструктуры и цифровых технологий в разных условиях в современную городскую среду.

Таблица 1. Сравнительная таблица: Зеленая инфраструктура и цифровизация

Показатель	Страсбург (Франция)	Москва (РФ)	Тула (РФ)	Тверь (РФ)
Площадь зеленых насаждений, га	2 340	91 600	6 449	1 565,6
Доля зеленых насаждений, %	26	36	44	7
Использование IoT-сенсоров	Планируется внедрение городской сети IoT для мониторинга инфраструктуры	Внедрение умных систем управления микроклиматом и безопасностью в жилых комплексах	Пилотные проекты умных зеленых зон в стадии реализации	Пилотные проекты умных зеленых зон в стадии реализации

Источник: [Ville et Eurométropole de Strasbourg], [Gurieva 2024], [Федеральная служба государственной статистики 2024], [Толстов 2024].

Налицо значительные различия по площади и технологическому оснащению зеленых зон. Так, в Страсбурге доля озелененных территорий составляет около 26%, в Москве — 36%, в Туле — 44%, а в Твери — лишь 7%. Однако количественные различия не всегда определяются уровнем технологического развития: Страсбург демонстрирует более высокий уровень цифровизации и комплексный подход к управлению зелеными зонами, несмотря на меньшую площадь.

Опыт Страсбурга показывает, что высокий уровень цифровизации может компенсировать ограниченность площади территории зеленых зон. Инициативы, реализуемые в Страсбурге, включают:

- Ежегодное озеленение: планируется высаживать 1000 деревьев ежегодно с 2020 по 2030 гг. с целью достичь 30% покрытия городской территории кронами деревьев к 2050 г.
- Создание природного городского парка: соединяет пойму реки Брюш с зеленым поясом города, охватывая около 300 га и обслуживая около 35 000 человек.
- Цифровизация: применяются умные системы для регулирования микроклимата и безопасности, а также сенсоры и IoT-технологии для отслеживания состояния зеленых территорий и качества воздуха.
- Образование и инклюзивность: озеленение 60 школ, высадка около 500 деревьев и восстановление более 40 000 м² открытых пространств с доступностью для всех групп населения.

Современные города все чаще рассматриваются как сложные системы, где цифровые технологии и экологические решения формируют взаимосвязанную структуру управления городской средой. Таблица 2 (с. 118) демонстрирует основные взаимосвязи элементов умного города, отражает ключевые направления их влияния на городскую среду.

Таблица 2. Модель взаимосвязи элементов умного города

Элемент системы	Содержание	Основной эффект
Умный город	Интегрированная система управления городской средой	Повышение эффективности управления и качества жизни
Цифровые технологии (ИИ, IoT, цифровые двойники)	Сбор и анализ данных, управление инфраструктурой в реальном времени	Оптимизация ресурсов, снижение затрат
Зеленая инфраструктура	Парки, скверы, зеленые крыши, водные объекты	Улучшение экологической ситуации, микроклимата и комфорта среды
Социально-экономический аспект	Рост стоимости жилья, инвестиционной привлекательности и вовлеченности жителей	Устойчивое развитие и повышение качества городской жизни

Источник: составлено автором.

Представленная модель (см. таблицу 2) демонстрирует, что развитие умного города основано на взаимосвязанном функционировании цифровых технологий, экологических решений и социально-экономических механизмов. Цифровизация создает инструменты для управления и анализа, зеленая инфраструктура обеспечивает экологическое и пространственное качество городской среды, а их синергия формирует устойчивый рост, инвестиционную привлекательность и высокий уровень жизни населения. В итоге умный город выступает как комплексная система, в которой цифровые и природные компоненты неразрывно связаны и совместно определяют направление развития городской среды.

Для проверки гипотезы о взаимосвязи зеленой инфраструктуры и экономической привлекательности городской среды был проведен сравнительный расчет влияния близости парков на стоимость жилья в четырех выбранных городах. В качестве исходных данных использовались открытые кадастровые и рыночные источники, а также результаты мониторинга онлайн-платформ недвижимости. В исследование включено более 3000 объектов жилья из Москвы, Тулы, Твери и Страсбурга за период 2022–2024 гг. Было выявлено, что чем выше плотность застройки и ограниченность свободного пространства, тем сильнее выражено влияние зеленых зон на стоимость жилья. Наиболее заметный эффект фиксируется в Москве (прирост стоимости от близости к зеленым зонам в 25–30%), умеренный — в Страсбурге (18%) и в средних российских городах (14–15%) (см. таблицу 3 на с. 119).

Таблица 3. Влияние близости зеленых зон на стоимость жилья

Город / Парк	Цена рядом с парком	Цена на расстоянии 200–500 м	Прирост, %
Страсбург / Orangerie	€5 200–5 600	€4 500–4 800	~15–20%
Москва / Воронцовский	450–480 тыс. руб./м ²	330–370 тыс. руб./м ²	~30%
Москва / Тропарево	525–628 тыс. руб./м ²	420–430 тыс. руб./м ²	~25%
Тула / Белоусовский	155–170 тыс. руб./м ²	138–142 тыс. руб./м ²	~14%
Тверь / Гусева	130–135 тыс. руб./м ²	110–115 тыс. руб./м ²	~15%

Источник: составлено по расчетам автора по: [Ville et Eurométropole de Strasbourg], [Gurieva 2024], [Федеральная служба государственной статистики 2022], [Толстов 2024], [Зуев, Кудрявцева 2024], а также данным открытых источников.

Применение данной методики позволило выявить закономерности, характерные для городов с различной плотностью застройки. Анализ показал, что степень влияния зеленых зон на стоимость жилья прямо пропорциональна масштабу города и плотности его застройки. В Москве и Страсбурге, где плотность населения выше и дефицит зеленых зон более ощутим, квартиры, расположенные вблизи парков, стоят на 20–30 % дороже аналогичных объектов, находящихся на расстоянии 200–500 м. Для городов средней величины (Тула, Тверь) этот эффект выражен слабее — 10–15 %, однако также подтверждает наличие устойчивой зависимости. Таким образом, наличие и качество зеленой инфраструктуры прямо влияет на стоимость недвижимости, подтверждая гипотезу о ее социально-экономической значимости в структуре умного города. Результаты анализа подтвердили, что зеленая инфраструктура является неотъемлемым элементом умного города, формируя устойчивую связь между цифровыми технологиями управления, экологическими параметрами и экономической ценностью городской среды. Внедрение IoT-сенсоров и систем мониторинга позволяет не только управлять зелеными зонами в реальном времени, но и объективно оценивать их влияние на качество жизни и рыночную стоимость жилья. В результате, синергия цифровых и природных компонентов способствует повышению инвестиционной привлекательности, социальной активности и экологической устойчивости городов.

7. Практические меры для интеграции зеленой инфраструктуры и цифровых технологий в российских городах при формировании умных городов

Проведенный сравнительный анализ подтвердил, что интеграция цифровых технологий и зеленой инфраструктуры прямо влияет на социально-экономическое развитие городов. Эти результаты позволяют сформулировать базовые принципы

развития устойчивых, умных и экологически сбалансированных городов, которые могут быть использованы для развития городов России.

Комплексный подход

Сочетание зеленой инфраструктуры и цифровых технологий повышает экономическую, социальную и экологическую ценность городской среды. Данные сравнительного анализа показали, что синергия цифровых и природных компонентов напрямую повышает стоимость жилой недвижимости на 20–30% в мегаполисах или городах с плотной застройкой (Москва, Страсбург) и на 10–15% в средних городах (Тула, Тверь), что отражает интегральное влияние на качество жизни и инвестиционную привлекательность.

Адаптивность к процессам роста городов

Использование умных технологий обеспечивает гибкость города перед ростом населения и изменением климата. Применение IoT-сенсоров и цифрового мониторинга зеленых зон позволяет управлять микроклиматом и ресурсами в реальном времени, снижать эксплуатационные расходы и повышать энергоэффективность городской среды.

Интеграция лучших зарубежных практик

Опыт Страсбурга демонстрирует, что сочетание цифрового мониторинга, умного управления и благоустроенных зеленых зон повышает инвестиционную привлекательность, стоимость недвижимости и качество жизни жителей. Внедрение систем мониторинга состояния зеленых территорий, автоматизированного полива и предиктивного ухода за насаждениями формирует у горожан устойчивое восприятие городской среды как комфортной и безопасной.

Вовлеченность жителей

Активное участие населения в планировании и мониторинге зеленых зон повышает социальную сплоченность и эффективность управления городской средой. Исследование показало, что вовлеченность жителей через цифровые платформы обратной связи усиливает социальный капитал города и способствует повышению оценки качества городской среды населением.

Экономическая эффективность

Создание умных зеленых зон способствует появлению новых рабочих мест, повышает инвестиционную привлекательность и стоимость недвижимости. По результатам расчетов и анализа выявлено, что интеграция зеленой инфраструктуры и цифровых технологий повышает стоимость жилья в среднем на 18–30% и способствует

устойчивому росту инвестиционной привлекательности городов. Для российских городов ключевым направлением становится масштабирование успешных практик Москвы и Страсбурга, где цифровизация зеленых пространств доказала способность компенсировать ограниченность природных ресурсов и дефицит свободного пространства.

Экологическая устойчивость

Экологический эффект от интеграции различных компонентов концепции умного города проявляется в рациональном использовании ресурсов, сохранении биоразнообразия и адаптации к изменениям климата.

Комплексная интеграция зеленой инфраструктуры с цифровыми технологиями формирует устойчивую, комфортную и экономически привлекательную городскую среду. Опыт зарубежного города (Страсбург) и российского мегаполиса (Москва) показывает, что синергия цифровых и природных компонентов повышает инвестиционную привлекательность, вовлеченность жителей и экологическую устойчивость городов. Для средних российских городов (Тула, Тверь) важно начать с пилотных проектов, обеспечивая адаптивность и постепенное масштабирование.

8. Заключение

Формирование умного города будущего опирается на три ключевых столпа:

- цифровые технологии — управление данными и инфраструктурой в реальном времени;
- зеленая инфраструктура — улучшение экологии, микроклимата и качества городской среды;
- социально-экономический эффект — рост стоимости жилья, инвестиционной привлекательности и вовлеченности жителей.

Проведенный сравнительный анализ статистических данных и практических кейсов показал, что интеграция цифровых технологий (ИИ, IoT, цифровые двойники) с зеленой инфраструктурой напрямую повышает социально-экономическую и экологическую ценность городской среды. Эффекты проявляются в повышении стоимости жилья (на 18–30%), росте инвестиционной привлекательности городов, вовлеченности жителей и улучшении микроклимата и экологической устойчивости.

Устойчивое развитие современных умных городов невозможно без интеграции цифровых технологий, умного управления и благоустроенной зеленой инфраструктуры. Использование ИИ, IoT, цифровых двойников и платформ мониторинга позволяет не только оптимизировать ресурсы, повышать энергоэффективность и снижать эксплуатационные расходы, но и вовлекать жителей в управление городской средой, укрепляя социальную сплоченность и чувство сопричастности. Зеленые зоны, интегрированные с цифровыми системами, повышают экологическую устойчивость, создают комфортный микроклимат, способствуют сохранению биоразнообразия и повышают стоимость недвижимости, формируя экономиче-

скую ценность городских территорий. Синергия этих элементов — цифровых технологий, умного управления и зеленой инфраструктуры — становится ключевым фактором формирования комфортной, безопасной и экономически привлекательной городской среды, обеспечивая долгосрочную устойчивость, экологическую стабильность и высокое качество жизни населения.

Библиография

Зуев К. А., Кудрявцева О.В. Влияние близости и размера зеленых насаждений на стоимость недвижимости в Москве // Научные исследования экономического факультета: электрон. журн. 2024. Том 16. № 3(52). С. 59–76. DOI: 10.38050/2078-3809-2024-16-3-59-76.

Краснов А.Н., Трифонов П.В., Шмелева Л.А. Искусственный интеллект в сфере городского планирования и муниципального управления // Инновации и инвестиции. 2023. №6. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-sfere-gorodskogo-planirovaniya-i-munitsipalnogo-upravleniya/viewer> (дата обращения: 23.09.2025).

Толстов В. Показатели озеленения Твери в два раза ниже федерального норматива // Тверские ведомости. 2024. 13 авг. Режим доступа: <https://vedtver.ru/news/society/pokazateli-ozeleneniya-tveri-v-dva-raza-nizhe-federalnogo-normativa/> (дата обращения: 24.09.2025).

Федеральная служба государственной статистики. Московский статистический ежегодник. 2022. Режим доступа: rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2024%20год%284%29.pdf

AppMaster. Строим умные города без кода и с ИИ. 2023. 7 дек. Режим доступа: <https://appmaster.io/ru/blog/stroim-umnye-goroda-bez-koda-ai> (дата обращения: 23.09.2025).

European Environment Agency. Green Infrastructure: Better Living Through Nature-Based Solutions. Режим доступа: <https://www.eea.europa.eu/fr/articles/infrastructure-verte-mieux-vivre-grace> (дата обращения: 19.07.2025).

Gurieva L. Green infrastructure development as a factor of Moscow sustainable development // BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 24. P. 06018. Режим доступа: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2024/24/bioconf_aegisdiv2024_06018.pdf (дата обращения: 24.09.2025).

IBM. Artificial intelligence. 2024. Режим доступа: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence> (дата обращения: 21.09.2025).

Jacobs J. The Death and Life of Great American Cities. NY: Random House, 1961.

UNECE. Smart & Sustainable Cities. Режим доступа: <https://unece.org/housing/smart-sustainable-cities> (дата обращения: 23.09.2025).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations, 2019.

Ville et Eurométropole de Strasbourg. Suggestion de plantation d'arbre. Режим доступа: <https://demarches.strasbourg.eu/environnement/suggestion-plantation-arbre/> (дата обращения: 24.09.2025).