



Smart Cities and Sustainable Development: Challenges and Solutions

Mengyue Yin

Belarusian National Technical University, Minsk, 220013, PR Belarus

KEYWORDS

Smart cities;

Sustainable development;

SDGs;

Green economy.

ABSTRACT

In the context of global urbanization and the escalating challenges of climate change, the concept of "smart" cities is becoming a key tool for achieving the UN Sustainable Development Goals (SDGs). This study aims to analyze systemic challenges and develop solutions for integrating smart city technologies into the sustainable development paradigm. The paper examines issues such as policy fragmentation, funding shortages, and the lack of uniform standards. Solutions proposed include approaches based on integrated governance, innovative financial mechanisms (e.g., Green Bonds), and cross-cutting technologies (IoT, Big Data, AI). The results demonstrate that synergy between government, business, and society enables the transformation of smart cities into drivers of a green economy, resource efficiency, and social inclusion.

INTRODUCTION

Современный мир характеризуется беспрецедентной скоростью урбанизации, что создает значительное давление на экосистемы, инфраструктуру и социальную сферу. В этих условиях концепция «умного» города, выходящая за рамки простой цифровизации, предлагает комплексный подход к управлению городской средой на основе данных и инноваций. Она рассматривается как стратегический путь к достижению целей устойчивого развития, в частности, ЦУР 11 («Устойчивые города и сообщества»), ЦУР 7 («Недорогостоящая и чистая энергия») и ЦУР 9 («Инновации и инфраструктура»). Однако трансформация городов сталкивается с множеством взаимосвязанных вызовов, требующих системного анализа. Целью данного исследования является выявление ключевых вызовов на пути интеграции концепции «умных» городов в глобальную модель устойчивого развития и формулирование комплексных решений на институциональном, экономическом и технологическом уровнях.

Основная часть:

Потенциал умных городов огромен, однако его реализация сталкивается с рядом глубоких системных вызовов, многие из которых носят ярко выраженный экономический и глобальный характер.

Во-первых, особенно остро стоят институциональные и политические барьеры. На сегодняшний день политика в сфере «умных» городов зачастую фрагментарна и слабо интегрирована в общенациональные стратегии устойчивого развития. Отсутствие межведомственной координации и чёткой нормативно-правовой базы затрудняет реализацию масштабных городских проектов. Кроме того, вопросы защиты персональных данных и кибербезопасности создают дополнительные юридические риски, что объективно ограничивает необходимый для функционирования умного города обмен информацией между различными системами.

Во-вторых, серьёзным препятствием остаются финансовые и инвестиционные трудности. Строительство «умного» города требует значительных первоначальных капиталовложений, тогда как долгосрочная окупаемость таких проектов остаётся

* Corresponding author. E-mail address: yinmengyue195@gmail.com

Received date: December 01, 2025; Revised manuscript received date: December 10, 2025; Accepted date: December 20, 2025;
Online publication date: December 31, 2025.

Copyright © 2025 the author. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



неопределённой. По оценкам исследований, ежегодный глобальный дефицит финансирования инфраструктуры «умных» городов, направленной на достижение целей устойчивого развития (ЦУР), составляет сотни миллиардов долларов [4]. Многие муниципалитеты, особенно в развивающихся странах, просто не располагают достаточными бюджетными ресурсами. Усугубляет ситуацию отсутствие общепризнанных методик оценки экономического и социального эффекта от внедрения «умных» решений, что затрудняет привлечение частного капитала. В результате структура источников финансирования остаётся несбалансированной, а механизмы мобилизации внебюджетных средств - недостаточно развитыми.

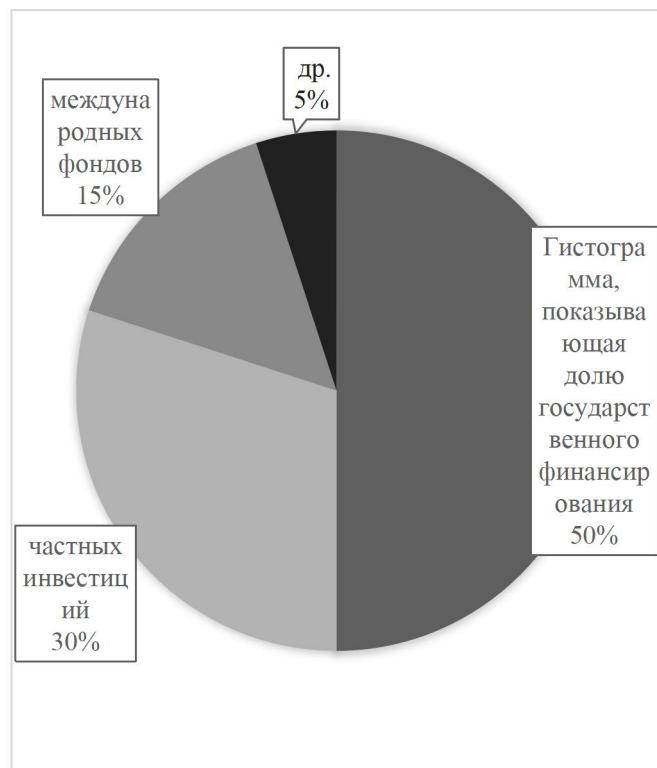


Рис.1. Распределение источников финансирования проектов «умных» городов в мире (2024 г.) [6].

Наконец, нельзя игнорировать технологические и стандартизационные вызовы. Быстрое развитие технологий, вместо пользы, зачастую ведёт к возникновению закрытых, несовместимых между собой экосистем и так называемых «цифровых островов». Отсутствие единых международных стандартов в области сбора, обработки и обмена данными ограничивает масштабируемость решений и ведёт к неэффективному расходованию ресурсов. Кроме того, чрезмерная зависимость от отдельных технологических поставщиков может в долгосрочной перспективе

подорвать экономическую устойчивость и технологический суверенитет городских проектов.

Для преодоления указанных вызовов необходим комплексный подход, сочетающий управленческие, финансовые и технологические инновации. Прежде всего, требуется совершенствование систем управления и нормативной базы. Ключевым решением является разработка комплексных национальных и городских стратегий, увязанных с ЦУР. Необходимо создание централизованных органов управления проектами «умного» города для обеспечения межотраслевой координации. Также требуется адаптация законодательной базы, стимулирующая открытость данных и одновременно гарантирующая защиту приватности граждан.

В сфере финансирования необходимо активное использование инновационных финансовых моделей и международного сотрудничества. Для финансирования проектов крайне важно развитие механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП), позволяющих разделить риски и привлечь экспертизу бизнеса. Перспективным инструментом являются «зелёные» облигации, средства от размещения которых направляются исключительно на экологические и климатические проекты в рамках умных городов. Рынок этого финансового инструмента демонстрирует устойчивый рост.

Наиболее наглядный эффект достигается через практическую технологическую интеграцию, нацеленную на достижение конкретных показателей устойчивости. Внедрение интеллектуальных систем в ключевых секторах городского хозяйства позволяет достичь значительной экономии ресурсов. Например, внедрение систем «умного» освещения и учета энергопотребления в пилотных районах крупных мегаполисов привело к снижению энергопотребления на 15-30% по сравнению с традиционными системами [5]. Сравнительная эффективность различных технологий умного города представлена в таблице.

Технология	ЦУР	Эффект	Примерный показатель эффективности
Умные сети (Smart Grid)	7, 13	Снижение пиковых нагрузок, интеграция	До 15% снижение потерь энергии[3]



		ВИЭ	
Интеллектуальное управление отходами	11, 12	Оптимизация маршрутов транспорта	До 20% снижение затрат на логистику [2]
Умные системы водоснабжения	6, 12	Обнаружение утечек, контроль качества	До 25% снижение потерь воды [1]

Таблица.1. Вклад технологий умного города в достижение целей устойчивого развития

Разворачивание интеллектуальных сетей (Smart Grid) и внедрение возобновляемых источников энергии для декарбонизации; развитие экологичного общественного транспорта и инфраструктуры для электромобилей, что напрямую способствует переходу к циркулярной экономике и «зеленому» росту.

Заключение:

Концепция «умного» города, интегрированная в глобальную повестку устойчивого развития, представляет собой не технологическую утопию, а необходимую эволюцию urban-пространства. Проведенный анализ показывает, что основные вызовы носят системный характер и лежат в сфере управления, экономики и стандартизации. Успешная трансформация требует преодоления ведомственных барьеров, разработки инновационных финансовых инструментов, таких как зеленые облигации, и следования принципам технологической открытости. Стратегические решения, сочетающие сильную политическую волю, международную кооперацию и целевое внедрение

сквозных технологий, способны превратить «умные» города в реальные двигатели зеленого роста, обеспечивая экономическую эффективность, экологическую безопасность и высокое качество жизни для нынешнего и будущих поколений.

REFERENCES

1. Gupta, A. D., Pandey, P., Feijóo, A., Yaseen, Z. M., & Bokde, N. D. (2020). Smart water technology for efficient water resource management: A review. *Energies*, 13(23), 6268..
2. Gupta, P. K., Shree, V., Hiremath, L., & Rajendran, S. (2019). The use of modern technology in smart waste management and recycling: artificial intelligence and machine learning. In *Recent advances in computational intelligence* (pp. 173-188). Cham: Springer International Publishing.
3. Lei, P., Ma, J., Jin, P., Lv, H., & Shen, L. (2012, September). Structural design of a universal and efficient demand-side management system for smart grid. In *2012 Power Engineering and Automation Conference* (pp. 1-6). IEEE.
4. Browne, S., & Weiss, T. G. (Eds.). (2020). *Routledge Handbook on the UN and Development*. Routledge.
5. Shi, S., & Nisar, A. (2025). The Effects of Circular Economy, Green Finance, and ICT Developments on Resource Productivity aimed Ecological Sustainability: Evidence from OECD Countries Using a CS-ARDL Approach. *Problemy Ekonomiki/Problems of Sustainable Development*, 20(2), 223-244.
6. Wang, X., Zhu, J., & Han, M. (2023). Industrial development status and prospects of the marine fuel cell: a review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(2), 238.

Умные города и устойчивое развитие: Вызовы и решения

Инь Мэнюэ

Belarusian National Technical University

В контексте глобальной урбанизации и обострения проблем изменения климата концепция «умных» городов становится ключевым инструментом достижения целей устойчивого развития (ЦУР) ООН. Данное исследование направлено на анализ системных вызовов и разработку решений для интеграции технологий «умного» города в парадигму устойчивого развития. В работе рассматриваются такие проблемы, как фрагментарность политик, дефицит финансирования и отсутствие единых стандартов. В качестве решений предложены подходы, основанные на комплексном управлении, инновационных финансовых механизмах (например, Зелёные облигации) и сквозных технологиях (IoT, Big Data, AI). Результаты показывают, что синергия между государством, бизнесом и обществом позволяет трансформировать умные города в драйверы зеленой экономики, и социальной инклузии.

Ключевые слова: «умные» города, устойчивое развитие, ЦУР, зеленая экономика.