

Управление умным городом в контексте экономики данных: тенденции и ключевые вызовы

Киричек Р. В., Калимуллина О. В.*

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Российская Федерация; *kalimullina.ov@sut.ru

РЕФЕРАТ

Целью исследования является ответ на вопрос, как экономика данных меняет городское управление, переходя от традиционных моделей к подходам, основанным на данных, где умные города становятся центрами данных, а данные — ключевым ресурсом для принятия обоснованных решений, оптимизации процессов и повышения качества жизни горожан. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью повышения эффективности управления, основанного на данных, проактивного предоставления услуг и сервисов.

В исследовании использованы такие методы, как сравнительный анализ, обобщение, методы наукометрического анализа и качественного контент-анализа научных публикаций.

Базируясь на проведенном исследовании, авторы выделяют основные тенденции управления умным городом на основе данных и вызовы в сфере управления умным городом, предлагают меры, направленные на решение существующих проблем и снижение угроз.

Так, особое внимание следует уделять вопросам создания защищенной среды для совместной обработки данных, безопасности городской инфраструктуры, ее защите, а также подготовке квалифицированных кадров, способных учитывать уязвимости на этапе проектирования как физической, так и ИТ-инфраструктуры умного города.

Ключевые слова: управление, основанное на данных; интернет вещей; умный город; когнитивные хранилища данных; квантовый криптоанклав; кибербезопасность; обучение.

Для цитирования: Киричек Р. В., Калимуллина О. В. Управление умным городом в контексте экономики данных: тенденции и ключевые вызовы // Управленческое консультирование. 2025. № 5. С. 77–90. EDN FRYTMK

Smart City Governance in the Data Economy Context: Trends and Key Challenges

Ruslan V. Kirichek, Olga V. Kalimullina*

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Saint Petersburg, Russian Federation; * kalimullina.ov@sut.ru

ABSTRACT

The aim of the study is to answer the question of how the data economy is changing urban governance, moving from traditional models to data-based approaches, where smart cities become data centers, and data is a key resource for making informed decisions, optimizing processes, and improving the quality of life of citizens. The relevance of this topic is due to the need to improve the effectiveness of data-driven management and proactive provision of services.

The research uses such methods as comparative analysis, generalization, methods of scientometric analysis and qualitative content analysis of scientific publications.

Based on the conducted research, the authors identify the main trends in data-based smart city management, challenges in the field of smart city management and propose measures aimed at reducing existing threats.

Thus, special attention should be paid to the creation of a secure environment for collaborative data processing, the security of urban infrastructure, its protection, as well as the training of qualified personnel capable of taking into account vulnerabilities at the design stage of both the physical and IT infrastructure of a smart city.

Keywords: data-driven management, IoT, smart city, cognitive data warehouses, quantum crypto enclave, cybersecurity, education.

For citation: Kirichek R. V., Kalimullina O. V. Smart City Governance in the Data Economy Context: Trends and Key Challenges // Administrative consulting. 2025. N 5. P. 77–90. EDN FRYTMK

Введение

Настоящее исследование посвящено трансформации городского управления под влиянием стремительного развития экономики данных. Интернет вещей как технология, обеспечившая генерацию больших данных умных городов, искусственный интеллект, как технология, способная их обработать, и цифровые платформы переопределяют традиционные модели управления мегаполисами, превращая их в умные города.

Сама концепция разумного управления возникла как преобразующая парадигма для решения растущих сложностей городского управления в условиях быстрой урбанизации, изменения климата, истощения ресурсов и растущего социально-экономического неравенства [14; 23; 25].

Развитие умных городов началось со стандартизации. Так, в начале 2000-х гг. начали появляться первые стандарты. Ранние стандарты фокусировались на основных технологических слоях интернета вещей: идентификации объектов, беспроводной связи, сетевой инфраструктуре и управлении данными. Но массовая стандартизация началась после 2010 г. с ростом коммерческого спроса. Стандарты заложили основу для современной экосистемы, где интероперабельность и безопасность остаются главными вызовами.

Полномасштабная стандартизация в области умных городов началась, когда в 2015 г. в секторе стандартизации Международного союза электросвязи — специализированном учреждении Организации Объединенных Наций, отвечающем за глобальную координацию в области телекоммуникаций и информационно-коммуникационных технологий, — специально для интернета вещей и умных городов была создана исследовательская комиссия 20 (Study Group 20 ITU-T [29]), миссией которой стала разработка стандартов для IoT-архитектур, интероперабельности, безопасности и применения IoT в умных городах [4; 7; 9].

С 2015 г. во всем мире количество данных стало стремительно расти. В табл. 1 показан объем данных, созданных, скопированных и используемых по всему миру с 2015 по 2025 гг.

Эти накопленные данные представляют собой цифровой опыт. Цифровой опыт — это смысловой слой, возникающий при долгосрочном анализе данных. Он превращает информацию в «мудрость» систем: способность предвидеть, оптимизировать и адаптироваться.

В рамках настоящего исследования делается попытка дать всесторонний обзор эволюции городского управления и проанализировать новые тенденции и риски, возникающие в рамках экономики данных.

Теоретические основы

Цифровая экономика имела основной задачей создание и накопление данных, а экономика данных имеет целью перейти на новый уровень — к анализу и контекстуализации, поскольку данные превращаются в опыт через три стадии: накопление (хранение данных), анализ (выявление связей), контекстуализация. Здесь можно провести аналогию с человеческим опытом, где память о событиях, анализ

Таблица 1

Объем данных, созданных, скопированных и используемых по всему миру, 2015–2025 гг.

Table 1. Volume of data created, copied and used worldwide, 2015–2025

Год	Объем данных, зеттабайт	Процентное изменение по сравнению с предыдущим годом, %
2025	181	23,13
2024	147	22,5
2023	120	23,71
2022	97	22,78
2021	79	23,05
2020	64,2	56,59
2019	41	24,24
2018	33	26,92
2017	26	44,44
2016	18	16,13
2015	15,5	24,00

Источник: Statista. <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/> (дата обращения: 20.08.2025).

прошлого и принятие решений у человека имеют аналогом базу данных, машинное обучение и алгоритм у цифровой системы (рис. 1).

Концепция умных городов развивалась на протяжении многих лет, беря свое начало в исследованиях интеллектуальной городской среды и фокусируясь на инновационном социотехническом и социально-экономическом росте [31]. Каминионос описал три этапа развития умного города [26]. Первый этап, «Умный город 1.0», характеризуется технологическими проектами, осуществляемыми компаниями, занимающимися информационно-коммуникационными технологиями, которые часто реализуются без учета конкретных потребностей городов. В «Умном городе 2.0» ведущую роль играет государственная администрация, использующая технологии для улучшения качества жизни граждан. На более позднем этапе в концепции «Умный



Рис. 1. Аналогия с человеческим опытом
Fig. 1. Analogy with human experience

город 3.0» особое внимание уделяется подходам, ориентированным на граждан, которые объединяют социальные, образовательные и экологические аспекты, сохраняя при этом акцент на технологических инновациях и участии граждан. Далее добавилась концепция «Умного города 4.0», основанная на новых экономических моделях и подчеркивающая динамичную эволюцию концепций умного города в направлении устойчивого развития, а также концепция «Умный город 5.0» [30] как экосистема интеллектуальных сервисов, основанная на мультиагентной технологии. Она характеризуется сотрудничеством систем искусственного интеллекта и человека и позволяет гармонично сбалансировать все сферы жизни и противоречивые интересы различных городских акторов. Другая интерпретация концепции «Умный город 5.0» — иммерсивная, уникально дополняющая человека цивилизация распространения культур в континууме форм «природа — человек — общество — среда созидания» [2].

Сейчас на смену пришел «Умный город 6.0.», развивающий предыдущий подход, где делался акцент на качество жизни и устойчивость, однако особое внимание уделяется принятию решений на основе данных и вовлечению граждан. В данном подходе данные являются мощным инструментом для решения городских проблем и повышения эффективности управления, но технологии — лишь инструмент, успех зависит от грамотного управления, этического подхода и ориентации на человека.

Проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства»¹ направлен на достижение национальной цели развития: цифровой трансформации государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы за счет эффективного управления, основанного на данных. Таким образом, экономика данных действительно рассматривается как качественно новый этап эволюции после цифровой экономики. Это не просто продолжение, а смена парадигмы, где данные становятся ключевым производственным активом и валютой, а не только инструментом оптимизации. Данные как ядро ценности становятся самостоятельным товаром и источником инноваций, поскольку ключевым активом в данной модели становятся датасеты, алгоритмы и аналитические модели. Также меняется бизнес-модель: если в цифровой экономике основой бизнес-моделей была продажа цифровых товаров и услуг, то в экономике данных это продажа инсайтов, прогнозов, API к данным и др. Экономика данных позволяет осуществлять проактивное предоставление услуг и сервисов, где драйвером роста являются качество данных и способность генерировать знания, ведь мало просто накопить данные, нужно извлечь из них руководство к действию.

Компании многие годы активно накапливали данные, тратя колоссальные ресурсы на их хранение [1], на поддержание озер данных, централизованных хранилищ сырых данных любого типа, которые часто превращались в моря данных. Огромный рост объема цифровых данных заставил передовые организации искать более эффективные методы хранения и обработки данных, что придало дополнительный импульс переходу от традиционных к когнитивным хранилищам данных, обладающим стратегическими встроенными функциями искусственного интеллекта, позволяющими проводить интеллектуальный анализ данных в режиме реального времени для поддержки стратегических решений и планов организации [28].

Однако у многих организаций, не имеющих четкой стратегии управления данными, озера превращались в «болота» и «цифровые силосы». Цифровое озеро может стать силосом, если данные сбрасываются без каталогизации и доступ контролирует одна команда, игнорируя потребности других стейкхолдеров. Ликвидация «цифровых

¹ Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/923/about/> (дата обращения: 10.08.2025).

силосов» — это процесс разрушения изолированных хранилищ данных внутри организаций или между ними, где информация не может свободно взаимодействовать, анализироваться комплексно или создавать новую ценность. В экономике данных критически важно комплексно анализировать информацию из разных источников. Ликвидация цифровых силосов — это стратегическая трансформация бизнеса. Она превращает разрозненные «острова данных» в единые потоки, которые питают ИИ-модели, создают рынки данных, превращают пассивную информацию в капитал. В экономике данных побеждают те, кто строит экосистемы, а не хранилища, ведь сами по себе данные — всего лишь сырая материя, а их ценность возникает только при правильном осмыслении.

Один и тот же разрозненный датасет может привести к противоположным выводам, есть риск ложных корреляций, существует проблема контекста. В этой связи ключевой задачей является комплексный анализ для принятия обоснованных решений. Здесь может помочь объединение датасетов и интерпретация данных междисциплинарной командой специалистов, имеющих не только ИТ компетенции, но и являющихся экспертами исследуемой предметной области.

В этой связи интересно решение на основе безопасного объединения больших данных — криптоанклав². Проект криптоанклава — это прорывное технологическое решение в области конфиденциальных вычислений. Его суть — создание защищенной среды для совместной обработки данных без доступа к исходной информации. Это физически и программно изолированная среда, где данные никогда не расшифровываются при обработке. Даже администраторы системы не имеют доступа к данным — только к результатам вычислений. Организации загружают зашифрованные данные в анклав, алгоритмы обрабатывают их внутри доверенной среды исполнения, а на выходе получают только результаты анализа (прогнозы, аномалии), а не сырые данные. Ключевая инновация заключается в безопасном объединении данных, возможности конкурирующим компаниям совместно обучать ML-модели, не раскрывая клиентские данные друг другу. Данная технология снижает риски штрафов за утечки персональных данных и открывает доступ к «чужим» данным для аналитики, что может стать стимулом для создания рынка доверенного обмена данными — основы экономики данных.

Также огромный интерес для умных городов представляет перспективная технология квантового криптоанклава. В основе прототипа лежит технология квантового распределения ключей, которая делает обмен данными между участниками недоступным для перехвата и взлома³.

Методология

В качестве основного источника библиометрических данных использовались базы OpenAlex и Elibrary. OpenAlex представляет собой открытую и постоянно обновляемую базу знаний о научных публикациях, авторах, институтах, источниках (журналах, конференциях) и концептах, ее преимущества включают открытый доступ, широкое покрытие, структурированные данные, актуальность и открытую лицензию.

Формирование исходной выборки публикаций осуществлялось с помощью расширенного поиска в веб-интерфейсе OpenAlex. Ключевые параметры поиска

² Специалисты МФТИ и ВТБ создали техническое решение на основе безопасного объединения больших данных — криптоанклава [Электронный ресурс] // HABR: информационный ресурс. URL: <https://habr.com/ru/news/718098/> (дата обращения: 20.07.2025).

³ РЖД, ВТБ и Т1 создадут «Квантовый криптоанклав» [Электронный ресурс] // Comnews — Новости цифровой трансформации, телекоммуникаций, вещания и ИТ. URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/239771/2025-06-19/2025-w25/1012/rzhd-vtb-i-t1-sozhdadut-kvantovyy-kriptoanklav> (дата обращения: 20.07.2025).

подходы и выявили значительную разницу в методиках оценки умных городов. Так, существует три основных типа методик: оценка уровней умного города, оценка компонент (направлений развития) умного города, узконаправленные исследования (например, транспорт или устойчивое развитие). В результате авторы разработали матричный подход к оценке развития умного города, основанный на выделении уровней развития умного города (модель 7I) и компонент умного города (умная экономика, умное управление, умная городская среда, умные люди, умная мобильность, умная окружающая среда) [10].

Однако рейтинги далеко не всегда отражают настоящее положение дел. Принято считать, что распространение современных технологий предоставляет разнообразные удобства, возможности для творчества и развития, защищает от многих угроз, повышает эффективность бизнес-операций, эффективность работы сити-менеджмента и т. д. [11]. Однако иногда может наблюдаться критический парадокс: города могут быть «умными», но непригодными для жизни [17]. Так, авторы статьи [24] выявили основные области исследований, связанные с проблемами пожилых людей в умном городе. В то время как в идеальной ситуации пожилые граждане должны стать основными стейкхолдерами умного города, основными получателями интеллектуальных городских решений, на деле оказывается, что иногда проблемам старшего поколения уделяется недостаточное внимание в контексте городского управления.

Каждая страна ищет свой подход к созданию «умных городов» с учетом своих особенностей. Так, Индия находится в авангарде преобразований городов Азии [20], и, по прогнозам, к 2050 г. ее городское население достигнет 814 миллионов человек. Первоначально под влиянием западных моделей «умных городов» внедрение систем умного города осуществлялось по принципу «сверху вниз», однако со временем города адаптировали «умные» инициативы к местным потребностям, а децентрализованная адаптация, ориентированная на сообщества, получила широкое распространение.

В то время как концепция «умных городов» получила широкое распространение во всем мире, ее практическое применение в Саудовской Аравии все еще находится на ранней стадии. В исследовании [15] рассматривается потенциал «умных городов» для решения городских проблем Саудовской Аравии в соответствии с целями концепции «Видение-2030». За последние пять десятилетий арабский мир претерпел глубокие преобразования, характеризующиеся необычайно быстрым увеличением численности городского населения [13]. Все это вынуждает продумывать свои подходы к «умному городу», создавать суверенные решения.

Урбанизация и растущая частота стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций создают серьезные проблемы для управления городами во всем мире. К 2022 г. примерно 56% населения планеты проживало в городах, и, по прогнозам, к 2050 г. эта доля превысит 68% [21]. Однако агломерации с интенсивным потоком людей, товаров и транспортных средств, в дополнение к различным типам социальных конфликтов, не могут быть должным образом поглощены природной средой и надлежащим образом управляться органами государственного управления [16].

Авторы исследования [22] оценили влияние строительства «умных городов» в Китае на потенциал управления городскими чрезвычайными ситуациями и лежащие в его основе механизмы. Эмпирические результаты последовательно демонстрируют, что инициативы «умный город» значительно расширяют возможности управления городскими чрезвычайными ситуациями, расширение технологических возможностей повышает эффективность управления, цифровые технологии служат центральным механизмом, с помощью которого «умные города» расширяют возможности реагирования на чрезвычайные ситуации. Однако исследователи выделяют ряд критических проблем китайских «умных городов», таких как слабое межведомственное

взаимодействие в области обработки данных и реинжиниринга процессов, отсутствие централизованной платформы обмена данными, единых стандартов для передачи данных, совместного использования, авторизации и безопасного использования, недостаточное внимание к повышению уровня подготовки кадров.

Дискуссия

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации⁴ выделены наиболее значимые для научно-технологического развития большие вызовы, в том числе изменение климата и влияние последствий его изменения на различные отрасли экономики, население и окружающую среду, что прямо касается инфраструктуры умных городов [3; 5; 6; 8]. В этой связи данные открывают огромные возможности для оптимизации ресурсов, улучшения качества городских услуг, повышения экологичности и реагирования на ЧС. Большая часть населения мира живет в городах, которые становятся основными потребителями и генераторами данных. Их эффективное использование — ключ к будущему развитию. «Умные» и эффективно управляемые города привлекают инвестиции, таланты и становятся центрами инноваций, а экономика данных создает основу для инновационных городских сервисов, стартапов и роста экономики знаний.

Однако появляются новые угрозы приватности и безопасности данных: массовый сбор данных о перемещениях, поведении и предпочтениях горожан создает беспрецедентные риски утечек и несанкционированного доступа. Также появляются риски цифрового неравенства и социальной эксклюзии, когда неравный доступ к цифровым технологиям и навыкам их использования может усугубить социальное расслоение, лишив часть населения преимуществ умного города. Использование алгоритмов ИИ для принятия управленческих решений чревато воспроизведением и усилением существующих социальных предубеждений и дискриминации, появлению «алгоритмической предвзятости», а растущая зависимость городских систем от цифровых технологий делает их мишенями для кибератак с потенциально катастрофическими последствиями. Зависимость городов от технологических гигантов (поставщиков решений и платформ) может привести к потере суверенитета данных и ограничению свободы принятия местных решений.

Заключение

Без глубокого анализа рисков и выработки адекватных мер регулирования (этических, правовых, технических) развитие «умных городов» может привести к усилению социальной напряженности, ущемлению прав граждан и возникновению новых угроз безопасности. Игнорирование вызовов экономики данных в городском управлении не просто упущенная возможность, но прямой путь к созданию уязвимых, несправедливых и контролируемых пространств.

Исследование подчеркивает необходимость сбалансированного подхода, сочетающего технологические инновации с надежными правовыми рамками, этическими принципами, обеспечением кибербезопасности и фокусом на человеко-ориентированное развитие городов.

Традиционное узкоспециализированное обучение уже не отвечает современным вызовам, с которыми сталкиваются умные города. Одно из требований «Умного города 6.0» — «безопасность по умолчанию», что говорит об уже заложенных при

⁴ Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 20.07. 2025).

проектировании основах безопасности. Так, архитекторы должны проектировать здания с защищенными серверными, экранированными линиями связи, разделением сетей, строители — корректно размещать камеры и сенсоры, исключая сбор личных данных без согласия и пр.

Умный город является огромным полотном взаимодействия разных компетенций, где взаимозависимость носит критический характер. Важно иметь возможность анализировать разные потоки данных, анализировать их комплексно, улучшая прогнозные модели и обеспечивая проактивное предоставление услуг. В этой связи особое внимание должно быть уделено созданию когнитивных хранилищ данных, а также защищенных сред для совместной обработки данных без доступа к исходной информации (криптоанклавов).

Главный парадокс «Умного города 6.0» состоит в том, что чем «умнее» город, тем выше катастрофичность сбоев. Так, в «Умном городе 6.0» кибербезопасность — не IT-специализация, а элемент культуры, где обучение всех участников цепочки является условием выживания городов будущего. Игнорирование этого превратит «умный город» в «хакерский полигон».

Минимизация рисков требует синергии технологий, регулирования и человеческого капитала. Например, технологический сбой ведет за собой инфраструктурный коллапс, который в свою очередь ведет к социальной панике. В этой связи необходим холистический подход к построению эффективного «умного города», который позволит организовать эффективное межведомственное взаимодействие, а также наладить систематическое повышение квалификации всех участников процесса с помощью междисциплинарных программ, объединяющих кибербезопасность, урбанистику, интеллектуальное управление чрезвычайными ситуациями и науку о данных.

Эволюция от цифровой экономики к экономике данных идет стремительно. Если в цифровой экономике строились платформы, то в экономике данных продается доступ к облачным дата-озерам, идет эволюция от транзакций к предсказаниям, от изолированных систем к экосистемам и рынку доверенного обмена данными. Если цифровая экономика — это «двигатель эффективности», то экономика данных — «фабрика смыслов». Она превращает информацию в стратегический капитал, изменяя рынки. Сейчас данные — это уже не просто новая нефть, а новая почва, где растет следующая цивилизация.

Литература

1. *Аль Бахри М. С.* Обзор методов децентрализованного хранения данных для Интернета Вещей / М. С. Аль Бахри, Р. В. Киричек // 71-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная Дню радио : Труды конференции, Санкт-Петербург, 20–28 апреля 2016 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2016. С. 190–191.
2. *Волков А. А.* Умный город 5.0. Часть 2. Триада иммерсивного созидания: формы и функции / А. А. Волков // Промышленное и гражданское строительство: ежемесячный научно-технический и производственный журнал. 2023. № 1. С. 15–23. DOI 10.33622/0869-7019.2023.01.15-23.
3. *Ефимов М. М.* Интернет вещей: перспективы адаптивных систем / М. М. Ефимов, Р. В. Киричек // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Т. 8. № 1. С. 55–66. DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-1-54-64. EDN EYOLEG
4. *Киричек Р. В.* Сравнительный обзор технологии Li-Fi и перспектива практического использования для интернета вещей / Р. В. Киричек, Д. К. Нгуен, Е. М. Герасимова // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. Т. 3. № 4. С. 77–86. EDN VUCAXD
5. *Киричек Р. В.* Сети беспилотных летательных аппаратов как элемент инфраструктуры умных городов / Р. В. Киричек // 72-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная Дню радио : Труды конференции, Санкт-Петербург, 20–28 апреля 2017 года.

- Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2017. С. 166–167. EDN ZOOMHR
6. Концепция применения интеллектуальных цифровых двойников в системе технического обслуживания инфраструктуры передачи данных / А. В. Пачин, Ю. М. Гурьев, С. А. Черкасов [и др.] // Электросвязь. 2025. № 1. С. 2–7. DOI 10.34832/ELSV.2025.63.1.001. EDN FBXEER
 7. Кулик В. Методы исследования беспроводных каналов связи Интернета Вещей в условиях совместной работы / В. Кулик, Р. В. Киричек, А. Бондарев // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. Т. 3. № 1. С. 106–114. EDN TUXWNN
 8. Кулик В. А. Классификация и исследование трафика промышленного интернета вещей на модельной сети / В. А. Кулик, Р. В. Киричек, А. И. Парамонов // Электросвязь. 2019. № 8. С. 22–28. EDN VVCYU
 9. Окулов Е. М. Обзор международной деятельности в сфере разработки и исследования методов обработки данных от устройств Интернета вещей / Е. М. Окулов, Р. В. Киричек // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Т. 4. № 4. С. 58–66. EDN YLNEQV
 10. Попов Е. В., Семячков К. А. Матрица показателей развития умных городов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2020. Т. 16. № 8. С. 1422–1443. DOI 10.24891/pi.16.8.1422. EDN VHEWEX
 11. Полякова Н. В. Особенности концепции «умного» города на глобальном и территориальном уровнях / Н. В. Полякова, К. А. Татаринов, В. В. Поляков // Известия Байкальского государственного университета. 2024. Т. 34, № 3. С. 475–484. DOI 10.17150/2500-2759.2024.34(3).475-484. EDN JILLKH
 12. Татаринов К. А. Влияние цифровизации на развитие «умных городов» / К. А. Татаринов, Н. Н. Аникиенко, И. А. Савченко, С. М. Музыка // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 9. № 6 (147). С. 147–152. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.06.09.018. EDN ZVIZML
 13. Aboukorin A.A., Al-shihf F. S. Rapid Urbanization and Sustainability in Saudi Arabia: The Case of Dammam Metropolitan Area // J. Sustain. Dev. 2015. N 8. P. 52.
 14. Almulhim A. I., Yigitcanlar T. Understanding Smart Governance of Sustainable Cities: A Review and Multidimensional Framework. Smart Cities. 2025. N 8 (4). P. 113. <https://doi.org/10.3390/smartcities8040113>
 15. Alqahtany A. M. Smart Cities as a Pathway to Sustainable Urbanism in the Arab World: A Case Analysis of Saudi Cities. Sustainability. 2025. N 17 (4). P. 1525. <https://doi.org/10.3390/su17041525>
 16. Bibri S.E., Alexandre A., Sharifi A., Krogstie J. Environmentally sustainable smart cities and their con-verging AI, IoT, and big data technologies and solutions: An integrated approach to an extensive literature review. Energy Inform. 2023. N 6. P. 9.
 17. Bove A., Ghiraldelli M. (2025). Smart but Unlivable? Rethinking Smart City Rankings through Livability and Urban Sustainability: A Comparative Perspective between Athens and Zurich. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202506.0742.v1>
 18. Caird S. P., Hallett S. H. Towards evaluation design for smart city development // J. Urban Des. 2019. N 24. P. 188–209.
 19. Dashkevych O., Portnov B. A. Human-centric, sustainability-driven approach to ranking smart cities worldwide // Technol. Soc. 2023. N 74. P. 102296.
 20. Das D. (tran.) A Decade of Smart Urbanism in India through the Smart Cities Mission (SCM)". Space and Culture. India. 2025. N 12 (4). P. 6–9. <https://doi.org/doi:10.20896/3jstx354>
 21. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. Urbanization, Agrifood Systems Transformation and Healthy Diets Across the Rural-Urban Continuum. In The State of Food Security and Nutrition in the World 2023; FAO: Rome, Italy/ 2023. P. 316.
 22. Guo M., Zhou Y. Boosting Sustainable Urban Development: How Smart Cities Improve Emergency Management — Evidence from 275 Chinese Cities. Sustainability. 2025. N 17 (15). P. 6851. <https://doi.org/10.3390/su17156851>
 23. Jacques E. d. A., Neuenfeldt Júnior A., De Paris S., Gutierrez R., & Siluk J. Urban Maturity Performance Measurement System through Smart City Actions. Sustainability. 2025. N 17 (11). P. 5199. <https://doi.org/10.3390/su17115199>
 24. Jonek-Kowalska I., Wolny M. Age Sustainability in Smart City: Seniors as Urban Stakeholders in the Light of Literature Studies. Sustainability. 2025. N 17 (14). P. 6333. <https://doi.org/10.3390/su17146333>
 25. Kaiser Z. R.M.A. Smart Governance for Smart Cities and Nations // J. Econ. Technol. 2024. N 2. P. 216–234.

26. *Komninos N.* Smart Cities and Connected Intelligence Platforms, Ecosystems and Network Effects. Routledge Taylor Francis Group: London, UK, 2020.
27. *Mokarrari K. R., Torabi S. A.* Ranking cities based on their smartness level using MADM methods. *Sustain // Cities Soc.* 2022. N 72. P. 103030.
28. *Randhi K., Srinivas R. B.* Building Cognitive Data Lakes on Cloud: Integrating NLP and AI to Make Data Lakes Smart // *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*. Vol. 12. N 03. Mar. 2024. P. 1151-6, <https://doi.org/10.18535/ijsrcm/v12i03.ec19>.
29. SG20 Internet of Things, digital twins and smart sustainable cities and communities. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2025-2028/20/Pages/default.aspx> (date of access: 10.08.2025).
30. *Svítek M., Skobelev P., Kozhevnikov S.* Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Services. In: Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Giret Boggino, A., Botti, V. (eds) *Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. SOHOMA 2019. Studies in Computational Intelligence.* 2020. Vol. 853. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_33
31. *Toppeta D.* The smart city vision: How innovation; ICT can build smart, “livable”, sustainable cities // *Innov. Knowl. Found.* 2010. N 5. P. 1–9.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Киричек Руслан Валентинович, доктор технических наук, профессор, ректор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича (Санкт-Петербург, Российская Федерация), председатель межведомственной рабочей комиссии по цифровой трансформации и экономике данных в Общественной палате Санкт-Петербурга; rector@sut.ru

Калимуллина Ольга Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего кафедрой экономики данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича (Санкт-Петербург, Российская Федерация), руководитель проекта «Цифровая кафедра»; kalimullina.ov@sut.ru

References

1. Al Bahri M. S. Overview of Decentralized Data Storage Methods for the Internet of Things / M. S. Al Bahri, R. V. Kirichek // 71st All-Russian Scientific and Technical Conference Dedicated to Radio Day: Proceedings of the Conference, Saint Petersburg, April 20–28, 2016. St. Petersburg: St. Petersburg State Electrotechnical University “LETI” named after V. I. Ulyanov (Lenin), 2016. P. 190–191. (In Russ.).
2. Volkov A. A. Smart city 5.0. Part 2. The triad of immersive creation: forms and functions / A. A. Volkov // *Industrial and civil engineering: a monthly scientific, technical and industrial journal [Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo : ezhemesyachnyj nauchno-tekhnicheskij i proizvodstvennyj zhurnal]* 2023. N 1. P. 15–23. DOI 10.33622/0869-7019.2023.01.15-23 (In Russ.).
3. Efimov M. M. Internet of Things: Prospects for Adaptive Systems / M. M. Efimov, R. V. Kirichek // *Information Technologies and Telecommunications [Informacionnye tekhnologii i telekommunikacii]*. 2020. Vol. 8. N 1. P. 55–66. DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-1-54-64. EDN EYOLEG. (In Russ.).
4. Kirichek R. V. Comparative Review of Li-Fi Technology and Prospects for Practical Use in the Internet of Things / R. V. Kirichek, D. K. Nguyen, E. M. Gerasimova // *Information Technologies and Telecommunications [Informacionnye tekhnologii i telekommunikacii]*. 2015. Vol. 3, No. 4. P. 77–86. EDN VUCAXD. (In Russ.).
5. Kirichek R. V. Unmanned Aerial Vehicle Networks as an Element of Smart Cities Infrastructure / R. V. Kirichek // 72nd All-Russian Scientific and Technical Conference Dedicated to Radio Day : Proceedings of the Conference, Saint Petersburg, April 20–28, 2017. St. Petersburg: St. Petersburg State Electrotechnical University “LETI” named after V. I. Ulyanov (Lenin), 2017. P. 166–167. EDN ZOOMHR. (In Russ.).
6. The concept of using intelligent digital twins in the maintenance system of data transmission infrastructure / A. V. Pachin, Yu. M. Guryev, S. A. Cherkasov [et al.] // *Electronics [Elektrotehnika]*. 2025. N 1. P. 2-7. DOI 10.34832/ELSV.2025.63.1.001. EDN FBXEER. (In Russ.).

7. Kulik V. Methods of Researching Wireless Communication Channels of the Internet of Things in Collaborative Work / V. Kulik, R. V. Kirichek, and A. Bondarev // *Information Technologies and Telecommunications [Informacionnye tekhnologii i telekommunikacii]*. 2015. Vol. 3. N 1. P. 106–114. EDN TUXWNH. (In Russ.).
8. Kulik V. A. Classification and research of industrial Internet of Things traffic on a model network / V. A. Kulik, R. V. Kirichek, A. I. Paramonov // *Telecommunications [Telekommunikacii]*. 2019. N 8. P. 22–28. EDN VVCYU. (In Russ.).
9. Okulov E. M. Review of international activities in the field of development and research of data processing methods from Internet of Things devices / E. M. Okulov, R. V. Kirichek // *Information Technologies and Telecommunications [Informacionnye tekhnologii i telekommunikacii]*. 2016. Vol. 4. N 4. P. 58–66. EDN YLNEQV. (In Russ.).
10. Popov E. V., Semyachkov K. A. Matrix of indicators for the development of smart cities // *National interests: priorities and security [Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost']*. 2020. Vol. 16, No. 8. P. 1422–1443. DOI 10.24891/ni.16.8.1422. EDN VHEWEX. (In Russ.).
11. Polyakova N. V. Features of the concept of a “smart” city at the global and territorial levels / N. V. Polyakova, K. A. Tatarinov, V. V. Polyakov. DOI 10.17150/2500-2759.2024.34(3).475-484. // *Proceedings of the Baikal State University [Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta]*. 2024. Vol. 34. N 3. P. 475–484. DOI 10.17150/2500-2759.2024.34(3).475-484. EDN JILLKH. (In Russ.).
12. Tatarinov K. A., Anikienko N. N., Savchenko I. A., Muzyka S. M. The Impact of Digitalization on the Development of “Smart Cities” // *Economics and Management: Problems and Solutions [Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya]*. 2024. Vol. 9. N 6. P. 147–152. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.06.09.018. EDN VZVZML. (In Russ.).
13. Aboukorin A. A., Al-shihri F. S. Rapid Urbanization and Sustainability in Saudi Arabia: The Case of Dammam Metropolitan Area // *Journal of Sustainable development*. 2015. N 8. P. 52.
14. Almulhim A. I., Yigitcanlar T. Understanding Smart Governance of Sustainable Cities: A Review and Multidimensional Framework // *Smart Cities*. 2025. N 8 (4). P. 113. <https://doi.org/10.3390/smartcities8040113>.
15. Alqahtany A. M. Smart Cities as a Pathway to Sustainable Urbanism in the Arab World: A Case Analysis of Saudi Cities. *Sustainability*. 2025. N 17 (4). P. 1525. <https://doi.org/10.3390/su17041525>.
16. Bibri S .E., Alexandre A., Sharifi A., Krogstie J. Environmentally sustainable smart cities and their con-verging AI, IoT, and big data technologies and solutions: An integrated approach to an extensive literature review // *Energy Inform*. 2023. N 6. P. 9.
17. Bove A., Ghiraldelli M. (2025). Smart but Unlivable? Rethinking Smart City Rankings through Livability and Urban Sustainability: A Comparative Perspective between Athens and Zurich. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202506.0742.v1>.
18. Caird S. P., Hallett S. H. Towards evaluation design for smart city development // *J. Urban Des*. 2019. N 24. P. 188–209.
19. Dashkevych O., Portnov B.A. Human-centric, sustainability-driven approach to ranking smart cities worldwide // *Technol. Soc*. 2023. N 74. P. 102296.
20. Das D. (tran.) A Decade of Smart Urbanism in India through the Smart Cities Mission (SCM) // *Space and Culture*. India. 2025. N 12 (4). P. 6–9. doi:10.20896/3jstx354.
21. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. Urbanization, Agrifood Systems Transformation and Healthy Diets Across the Rural-Urban Continuum. In *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*; FAO: Rome, Italy. 2023. P. 316.
22. Guo M., Zhou Y. Boosting Sustainable Urban Development: How Smart Cities Improve Emergency Management — Evidence from 275 Chinese Cities // *Sustainability*. 2025. N 17 (15). P. 6851. <https://doi.org/10.3390/su17156851>.
23. Jacques E. d. A., Neuenfeldt Júnior A., De Paris S., Gutierrez R., Siluk J. Urban Maturity Performance Measurement System Through Smart City Actions. *Sustainability*. 2025. N 17 (11). P. 5199. <https://doi.org/10.3390/su17115199>.
24. Jonek-Kowalska I., Wolny M. Age Sustainability in Smart City: Seniors as Urban Stakeholders in the Light of Literature Studies. *Sustainability*. 2025. N 17 (14). P. 6333. <https://doi.org/10.3390/su17146333>.
25. Kaiser Z. R.M.A. Smart Governance for Smart Cities and Nations // *J. Econ. Technol*. 2024. N 2, 216–234
26. Komninos N. *Smart Cities and Connected Intelligence Platforms, Ecosystems and Network Effects* // Routledge Taylor Francis Group: London, UK, 2020.

27. Mokarrari K. R., Torabi S. A. Ranking cities based on their smartness level using MADM methods // *Sustain. Cities Soc.* 2022. N 72. P 103030.
28. Randhi K., Srinivas R. B. Building Cognitive Data Lakes on Cloud: Integrating NLP and AI to Make Data Lakes Smart // *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*. Vol. 12. N 03. Mar. 2024. P. 1151-6. <https://doi.org/10.18535/ijssrm/v12i03.ec19>.
29. SG20 — Internet of Things, digital twins and smart sustainable cities and communities. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2025-2028/20/Pages/default.aspx> (date of access: 10.08.2025).
30. Svitek M., Skobelev P., Kozhevnikov S. Smart City 5.0 as an Urban Ecosystem of Smart Services // Borangiu T., Trentesaux D., Leitão P., Giret Boggino A., Botti V. (eds) *Service Oriented, Holonic and Multi-agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. SOHOMA 2019. Studies in Computational Intelligence*. 2020. Vol. 853. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_33.
31. Toppeta D. The smart city vision: How innovation; ICT can build smart, “livable”, sustainable cities // *Innov. Knowl. Found.* 2010. N 5. P. 1–9.

Conflict of interests

The authors declare no relevant conflict of interests.

About the authors:

Ruslan V. Kirichek, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of the Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications (St. Petersburg, Russian Federation), Chairman of the Interdepartmental working Commission on Digital Transformation and Data Economics at the Public Chamber of St. Petersburg; rector@sut.ru

Olga V. Kalimullina, PhD in Economics, Associate Professor, Acting Head of the Department of Data Economics at the Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications (St. Petersburg, Russian Federation), Head of the Digital Department project; kalimullina.ov@sut.ru

Поступила в редакцию: 22.08.2025

Поступила после рецензирования: 16.09.2025

Принята к публикации: 22.09.2025

The article was submitted: 22.08.2025

Approved after reviewing: 16.09.2025

Accepted for publication: 22.09.2025