

УДК 332.1, ББК 65.04, JEL Code L6  
DOI: 10.17072/1994-9960-2022-4-404-428



© Семячков К. А., 2022

## ДЕРЕВО ИССЛЕДОВАНИЙ УМНЫХ ГОРОДОВ

Константин Александрович Семячков

ORCID ID: [0000-0003-0998-0183](https://orcid.org/0000-0003-0998-0183), Researcher ID: [F-6974-2017](https://publons.com/urn/urn:li:member:6974-2017), [k.semyachkov@mail.ru](mailto:k.semyachkov@mail.ru)

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук  
(Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29)

**Аннотация.** Цель настоящего исследования заключается в систематизации научных работ, опубликованных по тематике умного города и проиндексированных в наиболее авторитетных международных базах научных публикаций. В качестве информационной базы для исследования использовались публикации в *Scopus* и *Web of Science*. Отбор публикаций для их систематизации осуществлялся по запросу “*smart city*” в теме публикации и в ключевых словах. В подборку исследований вошли только научные статьи (исключены материалы конференций и другие публикации), что позволило произвести оценку и систематизацию полноценных и фундаментальных работ по тематике умных городов, проиндексированных в *Web of Science* и *Scopus*. В статье рассмотрен ряд смежных направлений, имеющих определяющее значение в рамках развития исследований умных городов, среди которых можно выделить ускоряющиеся темпы цифровизации всех аспектов социально-экономической жизни современного общества, урбанизацию территорий, усиливающуюся нагрузку на окружающую среду и возрастающие объемы использования различного рода ресурсов. На основе систематизации публикаций по указанным параметрам выявлены основные направления исследований, в рамках которых развивается тематика умных городов. Для визуализации тенденций и направлений исследований в сфере цифровизации городской среды и реализации идей умного города построено дерево исследований, отражающее авторское представление о развитии исследований по тематике умных городов. В работе отмечается, что основные направления, в рамках которых развиваются исследования умных городов в мировом масштабе, связаны с такими аспектами, как инфраструктура умных городов, управление умными городами, социально-инновационное развитие умных городов. Эти аспекты выделяются в качестве основных при построении дерева исследований в настоящей работе. Научная новизна полученного результата заключается в систематизации исследований по тематике умных городов и выявлении основных тенденций развития в этой сфере знаний.

**Ключевые слова:** умный город, дерево исследований, цифровое общество, устойчивое развитие, цифровая экономика, модель, цифровые технологии, урбанизация, территориальное развитие, инновации, стратегия, качество жизни

### Для цитирования:

Семячков К. А. Дерево исследований умных городов // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2022. Т. 17, № 4. С. 404–428. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-4-404-428

# SMART CITY RESEARCH TREE

Konstantin A. Semyachkov

ORCID ID: [0000-0003-0998-0183](https://orcid.org/0000-0003-0998-0183), Researcher ID: [F-6974-2017](https://www.researcherid.com/rid/F-6974-2017), [k.semyachkov@mail.ru](mailto:k.semyachkov@mail.ru)

Institute of Economics, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
(29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia)

**Abstract.** The purpose of this study is to systematize publications about smart cities indexed in the most authoritative international publication databases. Scopus and Web of Science entries were used as the information base for the study. The systematized publications were selected by “smart city” in their subjects and keywords. Also, the selection of studies targeted scientific papers only (except for conference proceedings and other publications), which helped evaluate and systematize more comprehensive and substantial Web of Science and Scopus works on smart cities. The paper considers a set of related aspects that have determined the development of smart city research, among which are the accelerating digitalization rates in all socio-economic aspects in modern society, the urbanization of territories, the increasing burden on the environment, and more intensive exploitation of various resources. This systematization of publications by the specified parameters outlined the main areas of research, which develop the concept of smart cities. To visualize the research trends and directions in the field of urban environment digitalization and the implementation of smart city ideas, a research tree was built that reflects the author’s idea of the development of research on smart cities. The paper notes that the main areas where the research on smart cities is globally developing seem to be related to such aspects as smart city infrastructure, smart city management, social and innovative development of smart cities. These aspects are highlighted as the main ones in designing the research tree in this paper. The scientific novelty of the results obtained lies in the systematization of research on smart cities and the identification of the main development trends in this field of knowledge.

*Keywords:* smart city, research tree, digital society, sustainable development, digital economy, model, digital technologies, urbanization, territorial development, innovations, strategy, quality of life

## For citation:

Semyachkov K. A. Smart city research tree. *Perm University Herald. Economy*, 2022, vol. 17, no. 4, pp. 404–428. DOI: 10.17072/1994-9960-2022-4-404-428

## ВВЕДЕНИЕ

Современные исследования в области формирования и развития умных городов уходят корнями в идеи по исследованию основных компонент городской среды, сбору данных для повышения эффективности управления развитием городских территорий. Изучение функционирования городов приобрело новый импульс в эпоху бурного развития цифровых технологий. В начале XXI в. интерес к цифровизации городских территорий значительно усилился ввиду ряда обстоятельств, связанных с развитием цифровых технологий, а также по причине нарастающих темпов урбанизации территорий. В указанный период стали появляться первые предпосылки для активного внедрения цифровых технологий в некоторые аспекты городской среды, реализовываться от-

дельные проекты по внедрению цифровых технологий, направленные на решение локальных проблем населения. В современной литературе можно отметить ряд исследований, в которых предпринимаются попытки проанализировать зарождение и развитие концепции умных городов, ее предпосылок и истоков. При этом в подобных исследованиях отмечается, что изучение умных городов носит междисциплинарный характер, поэтому крайне важно рассматривать такой подход к развитию современных городов с разных точек зрения.

В научной литературе наблюдается значительный интерес к развитию городских территорий на основе идей умного города. Концепция умного города все чаще становится базовой моделью передовых инновационных

городов, выбравших путь устойчивого развития, создания благоприятных условий для жизни местного населения. Кроме того, можно отметить расширение тематик исследований в области умных городов. Если на первоначальном этапе в рамках развития умных городов основное внимание уделялось проблемам использования цифровых технологий, разработке программных продуктов для решения определенных проблем, то в современной литературе тематика исследований значительно расширилась. Помимо сугубо технических проблем на первый план выходят вопросы, связанные с планированием развития умных городов, вопросы управления, принятия решений на основе идей умного города. Концепция умного города все чаще становится практическим инструментом для разработки стратегии развития территории, выработки целей и задач по развитию городской территории. Еще один пласт исследований умных городов лежит в области социально-инновационного развития территорий. Идеи умного города подразумевают существенные изменения в общественной жизни современных городов, ориентацию на потребности местного населения, вовлечение широкого круга заинтересованных сторон в процессы управления городской территорией. Умные города являются местами концентрации активного населения, центрами притяжения ресурсов, точками генерации инноваций, направленных на повышение качества жизни населения. Несмотря на то что в настоящее время известно достаточно большое количество исследований в области умных городов, наблюдается определенный дефицит именно комплексных работ, показывающих тенденции в этой области изучения. Исходя из этого *целью настоящей работы является систематизация существующих исследований в области умных городов, построение дерева исследований, отражающего тенденции в сфере изучения умного развития.*

Значимость настоящей работы состоит в возможности использования полученных результатов в качестве основы для проведения более детальных исследований в области умных городов, а также при реализации конкретных планов и мероприятий по развитию умных городов.

## АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ УМНЫХ ГОРОДОВ В *WEB OF SCIENCE* И *SCOPUS*

**А**нализ публикационной активности научного сообщества в сфере исследований тематики умных городов показывает, что первые научные статьи в базах *Scopus* и *Web of Science* по заданной тематике стали индексироваться в 2005–2009 гг. Результаты по запросу “*smart city*” свидетельствуют о том, что в настоящее время в базе *Scopus* опубликовано в целом около двадцати двух тысяч публикаций (с учетом материалов конференций, глав монографий), а в базе *Web of Science* – примерно десять тысяч публикаций по тематике, связанной с умными городами.

Первая статья в поиске по заголовку и ключевым словам “*smart city*” в исследуемых базах датирована 2005 г. Коллектив из Китая опубликовал статью, посвященную развитию проектов цифрового города в Шанхае. Как отмечается в статье, в условиях компьютеризации приоритетной задачей для развития городской среды является объединение всех суперкомпьютеров в мегаполисе в единую среду для обмена данными и распределения вычислительных мощностей с целью решения общегородских проблем, например проблем городских пробок [1]. На начальном этапе цифровизации городской среды первоочередное внимание уделялось вопросам обмена пространственной информацией в цифровом городе, анализа ее технических характеристик, создания инфраструктуры для обмена информацией [2]. Сети передачи данных, создание инфраструктуры для подключения к сети в этот период, по-видимому, являлись одним из приоритетных направлений для цифровизации городской среды. Другой задачей, решаемой на раннем этапе цифровизации городской среды, стало создание многомерных пространственно-визуальных информационных систем, включающих в себя решение для визуализации, поиска, анализа и оценки пространственной информации путем интеграции различных ее типов [3]. Значительная часть исследований на первоначальном этапе посвящена решению отдельных практических проблем посредством цифровизации городской среды, в частности вопросов в области

городской энергетики, транспорта, экологии [4]. Эти первые попытки решения конкретных проблем городского развития создали предпосылки для реализации комплексных подходов в области энергетики, транспорта, в социальной сфере. Уже на этом этапе стали появляться работы в области исследования устойчивого развития на основе внедрения инновационных решений в сфере цифровизации. В связи с этим усилилось внимание к формированию интеграционных процессов и сотрудничеству между основными участниками процессов формирования и развития умных городов [5]. Определенное внимание на этом этапе уделялось управлению визуальными данными и их безопасности [6]. При этом важнейшим условием формирования принципов устойчивого городского развития являлось создание устойчивых связей между местными администрациями и населением в вопросах решения городских проблем [7]. В условиях возрастающего внимания к развитию городов на основе цифровых технологий все чаще стал подниматься вопрос о социальной компоненте, развитии инновационных и творческих партнерств, передаче знаний и наращивании потенциала умных городов [8]. В принципе уже в этот период пришло понимание того, что использование цифровых решений в рамках развития городской среды позволяет достигнуть результатов, при которых как физические, так и виртуальные сферы усиливают уникальный характер конкретных мест. Кроме того, широкомасштабное использование цифровых технологий при должном подходе может помочь связать воедино элементы местного сообщества. В связи с этим крайне важным становится процесс разработки планов, кодексов и устойчивых стратегий для развития умных городов [9].

В рамках целого ряда исследований, направленных на поиск новых путей развития городов в этот период, превалирующим стал системный подход, согласно которому город должен функционировать как единая система, представляющая собой один большой проект, умело объединенный творческим и новаторским духом на базе цифровых решений [10]. Реализация таких инновационных стратегий требует критической массы новаторов-единомышленников, способных реализовать процесс

городских преобразований. Это становится возможным за счет формирования человеческого капитала, способного разрабатывать новые гибкие стратегии на междисциплинарной основе, выявляя скрытые источники потенциального роста и используя передовые инструменты управления [11]. В рассматриваемый период в научной литературе начинается обсуждение возможности новых видов взаимодействий в цифровой среде, предоставления новых видов услуг, в частности инновационных услуг M2M (*machine-to-machine*), которые отличаются безопасностью, надежностью, удобством [12], новых форм организации социально-экономических взаимодействий, таких как краудсорсинг, выступающий в качестве инструмента для генерации и отбора идей в контексте реализации идей умного города. Как показала дальнейшая практика, краудсорсинг стал полезным и эффективным инструментом в контексте инноваций в области умного города, но его следует использовать обдуманно и в сочетании с другими подходами к вовлечению пользователей в решение общественно значимых проблем [13]. Не осталась без внимания исследователей в этот период и проблема цифровизации систем управления различных уровней, в том числе муниципального. Цифровые технологии стали рассматриваться как инструмент повышения эффективности систем управления на местном уровне. Однако в анализируемый период особенно остро отмечается проблематика, связанная с отсутствием единого подхода на разных уровнях управления к реализации идей цифровизации городской среды, технической совместимости цифровых систем, институциональных стимулов реализации идей умного города [14]. Повышенное внимание к вопросам использования цифровых технологий в различных областях побудило исследователей к более глубокому изучению возможности цифровизации различных сфер города. Например, для лучшего решения задачи предоставления качественных, недорогих и энергоэффективных транспортных услуг предложена концепция интеллектуальных транспортных систем, которая получила высокую оценку как инновационное и многообещающее решение для транспортных сетей следующего поколения [15]. Развитие также стали получать

проекты в других областях, связанных с цифровизацией городской среды, например в области повышения энергетической эффективности современных городов [16]. В целом в исследованиях умных городов стали более активно подниматься вопросы об их эффективности [17].

С повышением уровня цифровизации городских пространств пришло понимание того, что принципиальный характер умного города заключается не только в цифровых технологиях, но и в вопросах управления развитием умных городов, социально-инновационными аспектами развития территорий. В связи с этим начали развиваться комплексные взгляды на формирование и развитие умных городов [18], а концепция умного города стала интегрироваться с другими концепциями социально-экономического и экологического характера, в частности с концепцией устойчивого развития [19]. При этом акцент в развитии умных городов стал смещаться в направлении достижения сбалансированных социально-экономических и экологических показателей, что неминуемо поставило вопрос об измерении достигнутых целей посредством цифровизации, эффективности решений в области реализации проектов умных городов. Многообразие идей, направлений цифровизации городской среды, вопросов управления и оценки эффективности активизировали интерес к формированию комплексных решений в сфере развития умных городов [20].

Успешная реализация ряда проектов по внедрению цифровых технологий в городскую среду, решение на их основе отдельных проблем местного населения стали причиной формирования нового направления исследований, связанных с конкретными проектами умного города [21]. Развитие проектного подхода поставило вопрос о необходимости использования нового инструментария в рамках реализации идей умного развития [22]. Одним из таких инструментов развития территорий на основе проектного подхода умных городов выступило создание живых лабораторий (*living labs*), которые могут быть идентифицированы как инструменты реализации идей умного города [23; 24].

Внедрение идей умного города создало новые возможности для развития систем пре-

доставления муниципальных услуг местному населению, в связи с чем создание муниципальных платформ, агрегирующих возможности предоставления муниципальных услуг в цифровом формате, представляется эффективным инструментом для повышения качества жизни местного населения в условиях цифрового общества. В научной литературе в этот период стали появляться исследования, целью которых выступало создание общей основы для понимания основных форм и аспектов интеллектуальных государственных и муниципальных услуг. Основной же целью стало создание концептуальной систематизации ключевых аспектов интеллектуальных услуг, с помощью которых цифровые технологии все больше внедряются в социальное творчество [25].

Библиографический анализ баз *Scopus*, *Web of Science* показывает, что в период 2005–2013 гг. по тематике умных городов было проиндексировано достаточно ограниченное количество статей (от 1 до 20 в разные годы). Среди основных отраслей знаний, в рамках которых публиковались научные исследования по тематике умных городов в этот период, в первую очередь необходимо отметить компьютерные науки, инженерию, науки об окружающей среде. Основная тематика исследований умных городов в рассматриваемый период связана с внедрением цифровых инноваций в городскую среду.

Значительный прирост публикационной активности по тематике умных городов произошел в 2014 г. К этому времени существенно расширилось количество сфер научных знаний, в которых стали исследоваться проблемы развития умных городов. Концепция умного города как модель развития современных городов стала приобретать все большее значение в научном сообществе, среди властных структур и поддерживаться населением. При этом отметим, что в анализируемый период общих подходов, инструментария для развития и оценки умных городов не было, что потребовало дальнейшего изучения вопросов формирования и развития умных городов [26]. Вследствие этого появились исследования в области разработки стратегий умных городов, рекомендаций для будущих направлений анализа умных городов [27].



В этот период, по-видимому, приходит определенное понимание, что стратегической основой развития умных городов выступает координация различных сторон, в том числе властных структур, бизнеса, населения [28]. Эмпирические результаты исследований данного периода показывают, что эффективные, устойчивые умные города возникают в результате динамичных процессов, в которых субъекты государственного и частного секторов координируют свою деятельность и ресурсы на открытой инновационной платформе. Различные, но дополняющие друг друга связи, сформированные этими субъектами, должны быть при этом согласованы с учетом стадии их развития и встроенных культурных и социальных возможностей [29].

Одно из направлений исследований умных городов, получившее активное развитие в этот период, связано с началом активного использования Интернета вещей (*Internet of Things, IoT*). В исследованиях отмечается, что Интернет вещей как инструмент формирования единого цифрового пространства способен существенным образом изменить облик будущих городов, сформировать условия для развития будущей архитектуры цифрового пространства городов [30]. Ускоренное развитие цифровых технологий позволило реализовать новую волну проектов умного города. Использование датчиков, мобильных устройств, новых методов обработки цифровых данных, полученных благодаря широкомасштабному проникновению цифровых технологий в различные сферы городского хозяйства, позволило повысить устойчивость развития умных городов [31]. Однако возросший уровень цифровизации создал новые вызовы и проблемы, характерные для социально-экономических систем, использующих цифровую инфраструктуру для собственного развития [32]. В первую очередь необходимо отметить проблемы безопасности и защиты данных. Распространение цифровых технологий привело к генерации огромного количества данных, в связи с чем особую важность стали приобретать вопросы управления данными, создания эффективных систем управления большими данными. Высокую значимость демонстрирует также архитектура системы больших данных и механизмы их об-

работки [33]. По мере увеличения объемов данных, генерируемых как цифровыми устройствами, так и самими гражданами, возросла опасность их злонамеренного использования, что ставит под угрозу безопасность как технических систем, так и граждан [34].

Развитие умных городов в указанный период создало условия для формирования нового подхода к взаимодействию местных жителей с муниципальными властями. В его основе лежит ориентация на мнение местного населения в вопросах развития городской среды. В связи с этим стали разрабатываться новые типологии муниципальных услуг, полезные для позиционирования конкретной разрабатываемой услуги умного города с точки зрения ее ориентированности на граждан [35]. Одним из возможных вариантов реализации творческих идей местного населения, направленных на развитие городской территории, стала совместная разработка мобильных приложений на платформе, размещенной в городе. Инструментарий для предоставления муниципальных услуг в таком случае может быть разработан общими усилиями местных властей, бизнес-сообщества и жителей, если будут созданы определенные условия, соответствующие конкретным навыкам и возможностям местного населения. Участвуя в разработке специализированных инструментов, даже обычные граждане могут играть гораздо более активную роль в развитии и освоении своего городского пространства и создавать решения, от которых, возможно, выиграет и город, и горожане в своей повседневной жизни [36]. Как показала практика передовых городов, совместная разработка решений для развития умного города требует создать определенные стандарты взаимодействия, стандартизации решений умного города, выработки единых подходов к определению основных характеристик умных городов. В условиях появления множества решений в области цифровых технологий городского назначения стандартизация стала играть важную роль в развитии умных городов. В связи с этим в рассматриваемый период начали активно развиваться исследования в области создания стандартов в сфере цифровизации городской среды, стандартизации умного города [37]. По мере того как модель умного города

стала получать все более широкое практическое распространение, обострилась проблема оценки эффективности функционирования умных городов, их особенностей по сравнению с более традиционными подходами к городскому развитию [38]. Развитие инструментария для работы с цифровыми данными в этот период способствовало тому, что местные администрации стали рассматривать возможность развития городской среды на основе большого количества данных, генерируемых в системах умного города. Эффективный анализ и использование больших данных стали ключевыми факторами успеха во многих областях бизнеса и услуг, включая область умного города [39]. Цифровые данные стали более доступными для исследований и использования в управлении. Они смогли повысить качество управления, которое необходимо для понимания явлений, происходящих в современных городах. Например, в качестве инструмента поддержки принятия решений в умных городах все активнее стали использоваться данные социальных сетей, что позволило связать цифровую и физическую среду передовых городов. Анализ цифровых данных с географической привязкой может пролить свет на физические аспекты города и пространственное распределение городских функций [40]. Возможности, связанные с использованием больших данных, стали основой для развития персонализированного подхода при оказании муниципальных услуг, повысили качество взаимодействия органов власти и населения. Значительное влияние на уровень развития умных городов в этот период оказало развитие контекстно-зависимых технологий, свидетельствующее о том, что качество жизни местного населения стало одним из важнейших аспектов умных городов. Такие решения в области управления данными позволили сформировать индивидуальный подход и существенно повысить внимание к качеству жизни отдельных граждан в сфере медицины, образования. В целом такой подход к оказанию услуг позволил сформировать новые принципы обслуживания местного населения, а также экономить ограниченные ресурсы [41]. Важной задачей в этом случае является создание инструментария для вовлечения основных за-

интересованных сторон в проблемы развития умных городов [42; 43]. Одним из инструментов такого развития стало муниципально-частное партнерство, направленное на преобразование городов, а также взаимодействие муниципалитета с центрами создания инноваций, такими как исследовательские организации, учебные заведения, ориентированные на поиск новых решений, обеспечивающих сотрудничество между основными заинтересованными сторонами [44]. По сути, идеи устойчивого развития городов на основе передовых решений в области цифровых технологий стали доминирующими при создании планов развития инновационных территорий [45]. По этой причине в рамках систем принятия решений передовыми городами стали формироваться специализированные структуры управления, занимающиеся планированием и реализацией проектов умного города. В исследованиях этого времени стала отмечаться важность институционализации управляющих структур, занятых проблемами развития умных городов на местном уровне, изучения роли структур управления умным городом в муниципалитетах и анализа ее основных особенностей, а также оценки эффективности [46–49].

Увеличение числа проектов в области умных городов, углубленное внедрение идей по цифровизации городской среды заставило властные структуры множества городов усилить внимание к стратегиям умного развития [50]. Дальнейшие исследования умных городов этого периода расширили области изучения теоретических и прикладных аспектов, связанных с цифровизацией городской среды, а также углубили изучение уже традиционных направлений исследований умных городов, связанных с Интернетом вещей [51], ролью социальных сетей в развитии городской среды, формированием инструментов вовлечения различных сторон в процессы развития умных городов [52]. Все большее внимание в рамках развития умных городов стало уделяться проблемам реализации отдельных проектов, направленных на развитие городской инфраструктуры, энергетики, сферы транспорта, систем распределенного производства [53; 54]. В этот период городская среда все активнее начинает рассматриваться с пози-

ции взаимодействия традиционной городской инфраструктуры и цифровых технологий, то есть в рамках киберфизической системы умного города [55].

Одним из перспективных инструментов для организации устойчивых взаимодействий в рамках развития умных городов в данный период стали цифровые платформы, содействующие городскому развитию в контексте создания инновационной среды [56; 57]. Такой комплексный взгляд привел к мысли о необходимости развития умного города как социотехнической экосистемы, объединяющей в себе как технологические, так и социальные инновации. Практика развития умных городов показала, что для успешных городских технологических инноваций крайне важно связать первоначальный энтузиазм с долгосрочной динамикой институционализированного сотрудничества [58].

В целом можно отметить, что в рассматриваемый период наблюдается повышенный интерес к тому, какие условия и факторы являются важными для реализации идей умного города. Быстрое развитие технологий создало бурно развивающийся глобальный рынок продуктов и решений для умных городов. В то же время появился спрос со стороны городов, которые заинтересованы в решении проблем эффективности и устойчивости экономики умных городов. В связи с этим важным становится учет как глобальных тенденций в сфере цифровизации городского пространства, так и локальных особенностей и условий тех городов, где внедряется концепция умного города. Можно сказать, что к этому периоду идеи умного города стали глобальной тенденцией. Начав формироваться в передовых инновационных центрах, к 2015 г. такие идеи стали реализовываться в различных городах развивающихся стран. Значительным образом увеличилось и число отраслей знаний, связанных с исследованиями умных городов. В конце 2016 г. наряду с традиционными направлениями исследований, связанными прежде всего с компьютерными науками, умные города все чаще стали изучаться в контексте экономических наук, менеджмента, наук о земле, медицины и других областей знаний. Концепция умного города, таким образом, оказалась связу-

ющим звеном в комплексном развитии территории.

Существенный прирост научных статей в области умных городов произошел в 2017 г.: в научных базах наблюдается фактически удвоение публикаций по тематике умных городов в указанный период. В исследованиях этого времени усиливается понимание того, что умные города способствуют социальной стабильности и экономическому процветанию городов, повышают качество жизни местного населения. Поскольку местное население является основным выгодоприобретателем от развития городской среды, жизненно важно, чтобы его идеи и перспективы учитывались при планировании и управлении городской средой. Исследования показывают, что местное население готово принимать и использовать услуги умного города, если они разработаны с использованием инновационных концепций, обеспечивающих их конфиденциальность и предлагающих услуги высокого качества. Чем больше результаты развития умного города находят поддержку у местного населения и используются им, тем выше качество жизни местного населения [59]. Значительную роль в этих вопросах играет инфраструктура умного города [60].

Одним из важнейших направлений изучения умных городов, получивших дополнительное развитие в этот период, стало исследование факторов их развития. Широкое распространение получили исследования, ставящие своей целью систематизацию факторов развития умных городов. Например, данные факторы могут быть сгруппированы в несколько групп, таких как факторы, связанные со спросом, предложением, институтами умного города [61]. В рамках других исследований аналогичной направленности отмечается, что важными факторами являются обеспечение сотрудничества, институциональный потенциал, коллективное обучение и преобразование городской инфраструктуры [62]. В связи с этим практика показала растущую полезность для разработки более инклюзивных проектов умных городов, в которых государственные и частные субъекты, а также местное население сотрудничают в инновационных процессах и управлении для совместного создания новых услуг, подчеркивая важность открытого



подхода к развитию умных городов [63]. Вследствие этого значительное внимание стало уделяться инструментам сотворчества, посредством которых граждане участвуют в разработке и создании менее дорогих и более соответствующих их потребностям продуктов или услуг. Инновации в области цифровых технологий, в частности технология блокчейна, сформировали новые взгляды на развитие умных городов. Инфраструктура данных на основе блокчейна позволяет гражданскому обществу управлять местными общественными товарами и услугами, способствует экономическому и социальному предпринимательству [64]. Значительное внимание среди исследований в области умных городов уделялось повышению устойчивости городской среды, формированию сбалансированного подхода к реализации основных задач развития урбанизированных территорий. Практика показала, что концепция устойчивого развития и идеи умного города достаточно близки между собой. Их общее целеполагание, направленное на повышение качества жизни местного населения, а также решение проблем в социальной, экономической, экологической сфере существенным образом сближают эти концепции [65].

Значительное развитие в области Интернета вещей открыло большие перспективы для развития умного города, создало условия для проведения углубленных исследований в этой сфере. Непрерывная цифровизация многогранной городской структуры значительным образом затруднила обработку данных в режиме реального времени и возможности интеллектуального принятия решений, в связи с чем стали развиваться исследования, предлагающие развитие архитектуры умного города на основе аналитики больших данных. Такая архитектура может включать несколько модулей:

- сбора и агрегации данных;
- вычисления и обработки данных;
- анализа приложений и решений [66].

Реализация значительного числа идей умного городского развития, диверсификация использования технологий в различных экономических, политических, образовательных, социальных аспектах сформировали вопрос о роли и поведении граждан и их взаимо-

действию. Появилась большая потребность в создании новых моделей социокультурного характера для исследования моделей поведения местного населения, анализа и систематизации новых явлений, возникающих в условиях цифровизации, для понимания того, как повысить эффективность действий по реализации идей умного города, в том числе для развития человеческого капитала. По этой причине актуализируются вопросы анализа новых цифровых навыков местного населения, формирования целостного видения «человек – сообщество – технологии». Вместе с тем по мере включения в процессы цифровизации городской среды, получения определенных благ от реализации проектов умного города у местного населения начинают формироваться новые потребности, запросы к качеству функционирования городских систем, в том числе к использованию цифровых систем. Поэтому имеет смысл говорить о новой пирамиде потребностей населения, в которой цифровые технологии (возможность их использования для решения собственных проблем) играют важную роль. По-видимому, в условиях цифровизации и сохранения трендов по развитию цифрового общества запрос на использование цифровых технологий будет только усиливаться [67].

Одним из перспективных подходов к комплексному развитию умных городов, вызвавших значительный интерес в научном сообществе в этот период, стал экосистемный подход, согласно которому умные города представляют собой сложные экосистемы, позволяющие улучшить условия жизни, конкурентоспособность и устойчивость в городах за счет сети стэйкхолдеров (структуры управления, местное население, научное сообщество), процессов и данных [68]. Усложнение экосистемы умных городов, вовлечение большого числа субъектов в решение проблем урбанизированных территорий усилили проблематику планирования развития территорий в рамках концепции умного города. В связи с этим дополнительное развитие получила тематика исследований, направленных на планирование развития территорий в рамках идей умного города: практика показала, что крайне важно соблюдение баланса различных групп участников процессов развития умного города [69].

В условиях острой конкурентной борьбы скорость реализации той или иной идеи является критическим показателем успеха. Поскольку города все чаще стали рассматриваться в качестве субъектов конкурентной борьбы, их развитие напрямую сопряжено с тем, насколько эффективно они готовы использовать свои конкурентные преимущества, в частности инновационные решения в области цифровизации. Из-за этого в научной литературе указанного времени все чаще стали исследоваться инструменты, позволяющие ускорить процессы разработки и внедрения инноваций в городской среде. Одним из инструментов реализации проектов умного города, которые стали активно использоваться в данный период, стали хакатоны (*hackathons*) – мероприятия быстрого прототипирования и создания технических инноваций. Такой инструмент стал важным средством поддержки и стимулирования инноваций, предпринимательства и стартап-экономики в умных городах [70].

Усложнение социально-экономических систем разных уровней, развитие цифровых технологий стали причиной формирования новых форм взаимодействия и организации экономической деятельности, координации совместных усилий и ресурсов в различных областях для достижения общих целей. Одной из таких форм организации экономической деятельности, нашедшей применение в рамках развития умных городов, стала долевая экономика (*sharing economy*). В связи с этим одним из актуальных направлений исследования умных городов стало изучение совместных форм организации экономической деятельности, экономики совместного пользования, долевой экономики [71].

К этому времени, судя по публикациям в анализируемой области, идеи умного города продемонстрировали свою значимость для различных субъектов отношений, связанных с развитием городских территорий. Как показала практика, особую роль в развитии умных городов сыграли современные средства передачи данных, телекоммуникационные технологии, беспроводные сети и подобная инфраструктура, необходимая для работы с цифровыми данными. Появление сетей пятого поколения (5G) придало новый импульс разви-

тию умных городов [72]. Технологии сетей передачи пятого поколения открыли новые возможности для развития инфраструктуры и объединения различных устройств в единую сеть, придали импульс развитию смежных направлений и исследований, в том числе в сфере Интернета вещей. Причем такие трансформации связаны с определенными рисками прежде всего в сфере кибербезопасности, безопасности инфраструктурных объектов, защиты персональных данных. Развитие Интернета вещей обусловило активное проведение исследований по проблемам безопасности *IoT* [73], а также в области больших данных, используемых для улучшения городской среды. Поскольку вопросы использования больших данных в развитии городской среды, трансформации данных в знания, эффективности использования данных в этот период остаются малоизученными, активизируются исследования, связанные с рассмотрением данных проблем [74].

По мере того как идеи умного города стали укрепляться в качестве эффективной модели развития современных городов, возникли вопросы принятия этих идей среди широкого круга местного населения. Практические результаты исследования вопросов восприятия инициатив умного города показали, что даже самые образованные пользователи услуг умного города не всегда обладают способностями, позволяющими использовать эти приложения и решения, то есть полезность, безопасность, доступность и эффективность этих услуг может вызывать вопросы [75]. По этой причине в исследованиях умных городов все чаще стали подниматься вопросы, касающиеся социальных аспектов, развития человеческого капитала, культурных преобразований, вызванных реализацией идей умного города. В целом можно отметить более широкое внимание к социальным аспектам, которые связаны с цифровизацией городской среды [76]. В последние годы концепция умного города получила значительное развитие в научных кругах, среди муниципальных властей. На развитие умных городов выделен значительный объем ресурсов. Практика исследования ряда городов показала, что существует связь между реализацией инициатив умного города и их инновационным развитием.

Проведенные исследования позволили установить, что в городах, реализующих инициативы умного города, показатель уровня инновационного развития выше среднего. Такой результат обусловлен эффектами, которые непосредственно связаны с политикой умного города [77].

Систематизация исследований по тематике умных городов показала, что к этому периоду концепция умного города эволюционировала от отраслевого к более всеобъемлющему подходу, в основе которого лежит баланс интересов основных участников процессов цифровизации городской среды. При этом, как показала практика, прикладная направленность идей умного развития требует уменьшения масштаба рассматриваемой концепции от стратегии ее реализации до уровня проекта. Однако участие заинтересованных сторон как в конкретных проектах, так и в создании общей городской стратегии является ключом к разработке структуры управления, способной обеспечить эффективную реализацию идей умного города [78; 79]. Цифровизация процессов производства, распределения и потребления товаров и услуг является фактором развития современного общества, что требует формирования новых подходов к управлению социально-экономическими системами разного уровня, в том числе умными городами [80]. В связи с этим в рамках реализации идей умного управления повысился интерес к системам искусственного интеллекта, предлагающим решения в управлении городской средой [81]. Как показала практика, большие данные (*big data*), искусственный интеллект (*artificial intelligence*) стали эффективными инструментами для решения проблем в транспортной, экологической и других сферах современных городов [82; 83].

Расширение сфер исследования умных городов сформировало новые взгляды и подходы в области цифровизации городской среды, привнесло новые идеи. Например, дополняя возможности инновационных и цифровых экосистем, стали широко использоваться бизнес-экосистемы. В целом исследования в области экосистем умных городов стали развиваться в рамках механизмов сотрудничества, планирования, экосистемного анализа и моделирования, междисциплинарных иссле-

дований [84]. Усложнение процессов развития умных городов поставило вопрос об оценке результатов реализации идей умного развития. В связи с этим сформировались комплексные системы стандартов и индикаторов, подходящие для оценки реализации преимущественно подходов умного города, и стандарты, в большей мере ориентированные на оценку устойчивости [85]. За последние несколько лет наблюдается повышение интереса к разработке и внедрению инструментов, структур и наборов индикаторов для оценки умного города. При этом на основе уже известных наборов индикаторов создаются более сложные типологии индикаторов оценки. Данные типологии позволяют систематизировать индикаторы по различным направлениям оценки умного города (экономика, экология, социум) согласно таким характеристикам, как географическая направленность, масштаб, цель [86].

Значительную роль в инновационном развитии умных городов играет предпринимательская инициатива, способствующая появлению потенциально важных решений, технологий и инноваций. Поэтому крайне важным является поддержка развития предпринимательской активности, повышение человеческого капитала, развитие институтов самоорганизации местного предпринимательского сообщества, участвующего в развитии идей умного города [87]. Наблюдение за глобальными тенденциями в сфере технологических решений для развития городской среды показало смещение акцента с отраслевых на интегрированные решения по управлению городской средой на основе больших данных. Такой эффект проявляется в развитии интегрированных платформ управления городом (*ICMP*) [88]. В последние годы инновации в области искусственного интеллекта превращают городскую среду в автономную экосистему. Планируется, что в этом зарождающемся устройстве будущих городов системы искусственного интеллекта будут управлять объектами городской инфраструктуры в автономном режиме. Генезис городского искусственного интеллекта является частью длительного процесса технологического и политико-экономического развития, которые вместе обеспечивают переход от автоматизации к автономии [89]. Поскольку сложность и интенсив-

ность процессов цифровизации значительно возросла, необходимо понимать интеллектуальные экосистемы умного города как комплекс приложений и данных различных городских систем, работающих в институциональной среде [90]. Интеллектуальные решения являются ядром концепции умного города, которая, в свою очередь, представляет собой экономическую область, где могут быть разработаны новые рынки или сегменты рынка, предлагающие инновационные и интеллектуальные решения для городов и регионов [91].

К 2020 г. умные города превратились из технологической парадигмы в целостную интегрированную стратегию, в которой горожане играют важную роль в процессе принятия решений. Современные города все острее ощущают потенциал интеграционных подходов, функциональной совместимости интеллектуальных решений, все чаще рассматривают цифровые решения в качестве основы для развития. При этом невозможно создать стратегическое видение развития умных городов без инструмента для их регулярной оценки и мониторинга. В связи с этим в научной литературе продолжают поиски эффективного инструментария для планирования развития умных городов [92].

Среди основных тематик исследований умных городов вопросы эффективности использования ресурсов, в том числе энергетических, остаются крайне актуальными. Практика показала, что цифровизация энергетической отрасли, произошедшая в ряде стран, существенным образом повышает эффективность энергетической инфраструктуры, качество ее обслуживания, обеспечивает сбережение ресурсов и снижает воздействие на окружающую среду [93].

Активное использование цифровых данных создало новое качество управления различными аспектами городской среды, а также условия для углубленного исследования вопросов, связанных с цифровыми данными. Цифровые данные стали реальным ресурсом для повышения эффективности управления городской средой, устойчивой модели развития территорий [94]. Сюда входят вопросы, связанные с качеством и надежностью данных из-за смешивания данных государственного и частного секторов, вопросы управле-

ния данными, этические вопросы, касающиеся их конфиденциальности и безопасности [95].

В последние годы концепция умного города стала центральной в повестке дня исследователей и практиков, занятых проблемами развития урбанизированных территорий. Соответственно актуализировались вопросы исследования проектов умных городов, их классификации, выявления факторов успеха, тенденций и будущих путей развития, а также более детальные аспекты (например, бизнес-модель, цель, отрасль), связанные с реализацией проектов умных городов. Как показывают результаты последних исследований, особенно важными являются проблемы «последней мили» [96]. Активно реализуются исследования, направленные на оценку взаимосвязей между технологическими инновациями в умных городах и тем, как они используются на благо местного населения. Определяющим фактором развития умных городов является участие местного населения в реализации умного развития, поскольку оно является как основным участником, так и бенефициаром реализации идей умного развития [97].

Современные города, как и другие киберфизические системы, все чаще сталкиваются с технологическими, организационными и внешними рисками, что затрудняет управление ими и делает их уязвимыми для различных манипуляций. Поэтому в последнее время тематика управления рисками в умных городах становится все более актуальной. Итеративный процесс управления рисками, анализа, оценки, мониторинга и планирования мероприятий по снижению рисков является важным условием развития умных городов [98]. Перспективной формой организации экосистемы умного города в условиях цифровизации, по мнению значительного числа исследователей, является сетевая (гибридная) форма, позволяющая оптимизировать структуру управления и минимизировать риски реализации инициатив умного города [99].

Властям, стремящимся добиться развития умного города, ориентированного на потребности местного населения, требуется четкое понимание предпочтений и представлений граждан о благах умных городов. Исследования, направленные на изучение мнения местного



населения, способствуют пониманию его нужд, что делает возможным реализацию идей умного города более эффективной и ориентированной на местное население. В целом известные социологические исследования показали, что в большинстве случаев местное население воспринимает инициативы по развитию умного города как важные и полезные [100]. Умные города, как показала практика, стали точками роста инновационного бизнеса, высокотехнологичных производств, реализации частных инициатив, создания инновационных экосистем [101].

Важным условием развития умных городов, эффективного взаимодействия заинтересованных сторон в рамках реализации проектов по цифровизации городской среды является отсутствие барьеров для преобразований современных городов. В последних исследованиях по тематике умных городов отмечается, что для преодоления барьеров их развития необходимо проводить политику, направленную на повышение качества участия частного и государственного секторов путем поощрения инвестиций, развития инфраструктуры, снижения потребления ресурсов, поддержки создания и распространения интеллектуальных технологий, таких как Интернет вещей [102; 103]. Важным является совершенствование систем управления рисками, возникающими при реализации идей умного города [104].

Интеллектуальные решения в области цифровых технологий и анализа данных определяют новую эру в развитии современных городов. Интеллектуальный анализ данных в режиме реального времени и обнаружение закономерностей в высокочастотных данных теперь могут выполняться в больших масштабах, а новые аналитические методы способствуют принятию более эффективных решений [105; 106].

## ПРОЦЕДУРА ИССЛЕДОВАНИЯ

**В** качестве объекта исследования в настоящей статье рассмотрена современная концепция развития умного города в различных проявлениях хозяйственной деятельности. Предмет исследования – экономические отношения, формирующиеся в различных направлениях хозяйственного

применения цифровых технологий умных городов. Анализируемые данные – научные исследования, отраженные в периодической печати, а также авторские результаты в рамках исследования процессов формирования умных городов. Метод исследования – библиографический анализ публикаций по тематике умных городов в международных базах данных *Web of Science* и *Scopus*.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

**С**истематизация исследований по тематике умных городов позволила выявить определенные тенденции в этой области. Первоначальные исследования в сфере цифровизации городской среды носили ограниченный характер и в первую очередь касались технических вопросов в области применения цифровых технологий для решения ограниченного числа вопросов. Дальнейшее развитие цифровых технологий, их распространение как среди различных областей применения, так и вглубь самих этих областей способствовало росту исследований в сфере умных городов. По результатам систематизации исследований нами построено «дерево исследований», отражающее развитие научной мысли в области умных городов (рис.).

Активное развитие исследований в области умных городов сформировало множество направлений. С нашей точки зрения, можно выделить три основных направления научной работы в этой сфере, сформировавшихся к настоящему времени:

- исследования в области инфраструктуры и цифровых технологий;
- планирования и управления развитием умных городов;
- социально-инновационных аспектов умных городов.

Систематизация работ по тематике умных городов, проиндексированных в передовых базах научных публикаций *Scopus* и *Web of Science*, позволила выявить первостепенные направления для исследований в этой области.

*Во-первых*, это исследования в области цифровых технологий и инфраструктуры умных городов. Цифровые технологии являются базисным элементом для развития умных городов. Первоначально цифровизация касалась

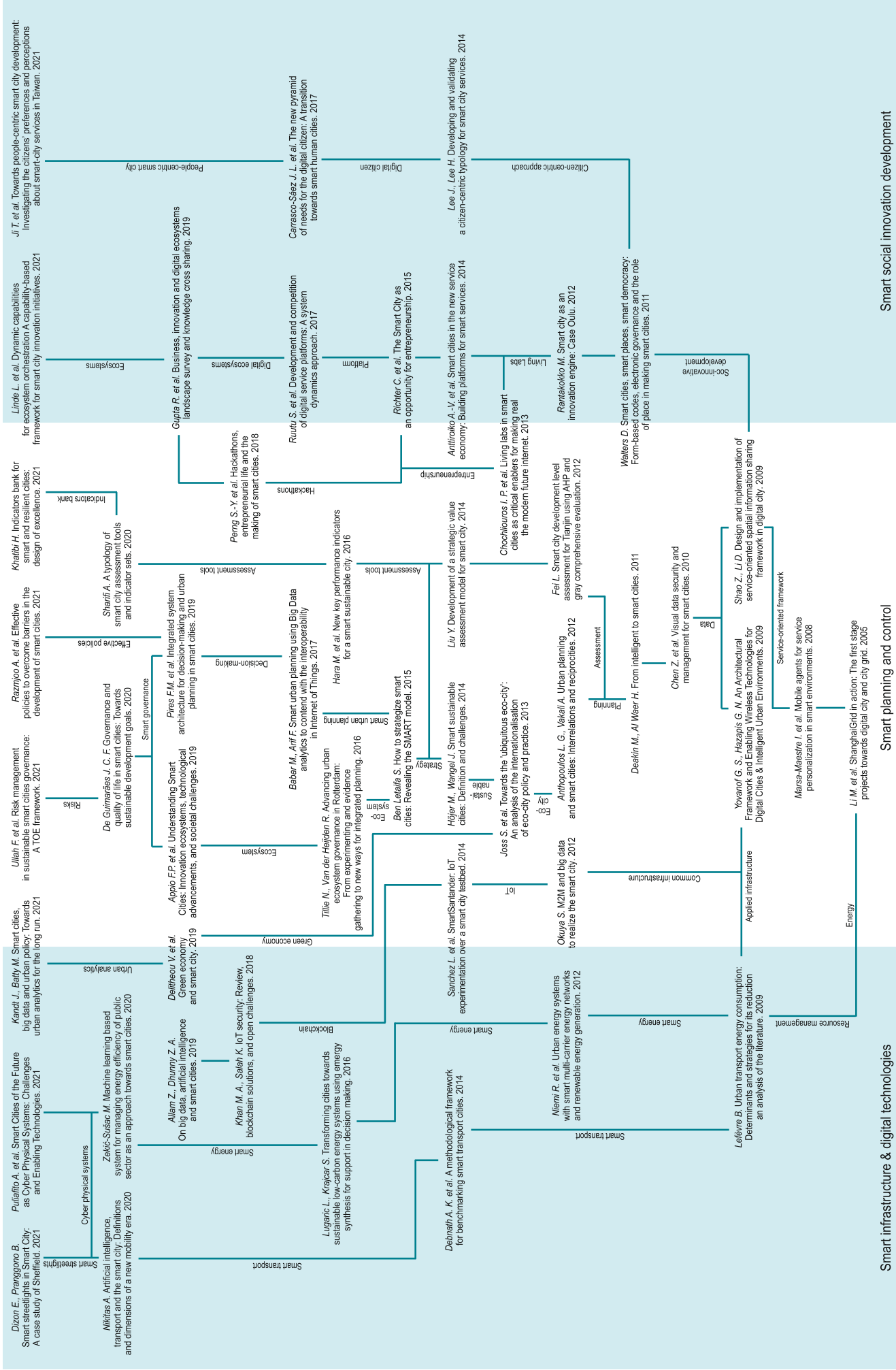


Рис. Дерево исследований умных городов / Fig. Smart city research tree

узких аспектов, связанных с городской средой. Отдельные решения стали применяться в области транспорта, энергетики, жилищно-коммунального хозяйства. По мере развития процессов цифровизации решения умного города стали использоваться для более комплексного решения проблем. Реализация идей умного города в различных сферах и дальнейшая интеграция данных решений в единую цифровую среду позволила создать комплексный подход к развитию современных городов в эпоху формирования цифрового общества. Дальнейшее развитие цифровых технологий привело к появлению огромного объема цифровых данных, которые стали ресурсом для развития социально-экономических систем разного уровня, в том числе умных городов. Развитие инструментов анализа больших данных создало условие для лучшего понимания социально-экономических процессов, происходящих в современных городах. Дальнейшие тенденции в развитии умных городов сводятся к переходу от автоматизации к автономности функционирования городских систем. Этому способствует развитие искусственного интеллекта, все активнее применяющегося в различных сферах современных городов.

*Во-вторых*, это вопросы планирования и управления развитием умных городов. Если на ранних этапах цифровизации городской среды вопросам планирования и управления этими процессами уделялось незначительное внимание, то в условиях, когда идеи умного города стали доминирующими при развитии современных городов, акцент ставится на решении вопросов планирования и управления. Инициативы умного города все чаще становятся практическими инструментами для развития городов. Проекты по развитию территорий на основе цифровых технологий встраиваются в общие стратегии и планы территориального развития. Таким образом, планирование и управление развитием умных городов становится важнейшим направлением как для проведения научных исследований, так и для решения практических задач в рамках развития территорий современных городов. Зачастую планирование развития умного города совмещается с другими концепциями, например с концепцией устойчивого развития.

*В-третьих*, это вопросы, связанные с социально-инновационными преобразованиями, характерными для умных городов. Первоначально идеи умного города не имели серьезного воздействия на социальные или инновационные преобразования в современных городах. Но с увеличением количества реализованных проектов, проникновением цифровых технологий практически во все сферы общественной жизни стало понятно, что цифровизация выступает как драйвер инновационного развития, появления новых форм взаимодействия внутри общества, инструмент для ускорения обмена данными, принятия решений и т.д. Кроме того, сама концепция умного города со временем стала рассматриваться намного шире. Практика показала, что без существенных социальных преобразований идеи умного города реализовать достаточно затруднительно. Местное население, бизнес, научное сообщество, местные власти являются ключевыми сторонами, заинтересованными в реализации идей умного города. От того, каким образом выстроены отношения между ними, насколько учитываются интересы каждой группы, в конечном счете зависит результативность идей умного города.

## ВЫВОДЫ

**Н**овые технологии, интеллектуальные решения, их повсеместное внедрение в повседневную жизнь коренным образом меняют принципы развития современных городов. В условиях все более разнообразных вызовов, с которыми сталкиваются современные города, крайне важным становится разработка адекватных инструментов для преодоления увеличивающихся противоречий. Одним из возможных вариантов развития городов в таких условиях является модель умного города. Зародившись в начале XXI в., к настоящему моменту идеи умного города стали по-настоящему глобальными. Анализ публикаций в передовых базах данных по тематике умных городов позволяет выявить тенденции, сформировать направления, в которых, по-видимому, данная концепция будет развиваться в будущем.

В настоящем исследовании, проведенном с целью систематизации научных статей,

проиндексированных в мировых базах *Scopus* и *Web of Science* по тематике умных городов, получены следующие результаты.

Во-первых, проведен анализ публикаций по запросу “*smart city*” в теме публикаций и ключевых словах статей, проиндексированных в *Scopus* и *Web of Science*. Выявлены основные научные сферы, связанные с развитием умных городов.

Во-вторых, на основе анализа публикаций по тематике умных городов построено «дерево исследований», отражающее базовые тенденции и ключевые направления в развитии исследований по теме умных городов. Среди основных «ветвей» исследований в рамках построения «дерева исследований» нами вы-

делены такие, как исследования в сфере цифровых технологий и инфраструктуры умных городов, исследования, связанные с планированием и управлением умными городами, а также исследования, посвященные социально-инновационному развитию территорий, реализующих идеи умного города.

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в возможности их использования при проведении будущих исследований по тематике умных городов. Практическая значимость заключается в возможности их использования при реализации практических планов и стратегий тех или иных территорий на основе модели умного города.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 22-28-00439.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Li Y., Li M., Yu J., Hong F., Cao L. ShanghaiGrid Portal: The Current Stage of Building Information Grid Portal // Web Information Systems – WISE 2004 Workshops. WISE 2004. Lecture Notes in Computer Science. 2004. Vol. 3307. P. 82–86. doi: [10.1007/978-3-540-30481-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30481-4_8)
2. Shao Z., Li D. Design and implementation of service-oriented spatial information sharing framework in digital city. *Geo-Spatial Information Science*, 2009. 12(2), 104–109. doi: [10.1007/s11806-009-0015-5](https://doi.org/10.1007/s11806-009-0015-5)
3. Kim M.-Y. Developing A Multi-dimensional Spatio-visual Information System // *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*. 2009. Vol. 27, iss. 6. P. 649–658.
4. Lefèvre B., Mainguy G. Urban Transport Energy Consumption: Determinants and Strategies for its Reduction // *S.A.P.I.E.N.S* [Online]. 2009. Vol. 2, no. 3. URL: <http://journals.openedition.org/sapiens/914>
5. Ortiz-Fournier L. V., Márquez E., Flores F. R., Rivera-Vázquez J. C., Colon P. A. Integrating educational institutions to produce intellectual capital for sustainability in Caguas, Puerto Rico // *Knowledge Management Research & Practice*. 2010. Vol. 8, iss. 3. P. 203–215. doi: [10.1057/kmrp.2010.11](https://doi.org/10.1057/kmrp.2010.11)
6. Chen Z., Fan W., Xiong Z., Zhang P., Luo L. Visual data security and management for smart cities // *Frontiers of Computer Science in China*. 2010. Vol. 4. P. 386–393. doi: [10.1007/s11704-010-0378-7](https://doi.org/10.1007/s11704-010-0378-7)
7. Portney K. E., Berry J. M. Participation and the Pursuit of Sustainability in U.S. Cities // *Urban Affairs Review*. 2010. Vol. 46, iss. 1. P. 119–139. doi: [10.1177/1078087410366122](https://doi.org/10.1177/1078087410366122)
8. Deakin M., Al Waer H. From intelligent to smart cities // *Intelligent Buildings International*. 2011. Vol. 3, iss. 3. P. 140–152. doi: [10.1080/17508975.2011.586671](https://doi.org/10.1080/17508975.2011.586671)
9. Walters D. Smart cities, smart places, smart democracy: Form-based codes, electronic governance and the role of place in making smart cities // *Intelligent Buildings International*. 2011. Vol. 3, iss. 3. P. 198–218. doi: [10.1080/17508975.2011.586670](https://doi.org/10.1080/17508975.2011.586670)
10. Schaffers H., Komninos N., Pallot M., Trousse B., Nilsson M., Oliveira A. Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation // *The Future Internet. FIA 2011. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 6656. Berlin; Heidelberg: Springer, 2011. P. 431–446. doi: [10.1007/978-3-642-20898-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20898-0_31)
11. Бойкова М. В., Ильина И. Н., Салазкин М. Г. Будущее городов: города как агенты глобализации и инноваций // *Форсайт*. 2011. Т. 5, № 4. С. 32–48. doi: [10.17323/1995-459X.2011.4.32.48](https://doi.org/10.17323/1995-459X.2011.4.32.48)
12. Izumi H., Yamashita A. Current and future trends of M2M services // *NEC Technical Journal*. 2011. Vol. 6, iss. 4. P. 13–17.



13. *Schuurman D., Baccarne B., De Marez L., Mechant P.* Smart ideas for smart cities: Investigating crowdsourcing for generating and selecting ideas for ICT innovation in a city context // *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. 2012. Vol. 7, no. 3. P. 49–62. doi: [10.4067/S0718-18762012000300006](https://doi.org/10.4067/S0718-18762012000300006)
14. *Gil-Garcia J. R.* Towards a smart State? Inter-agency collaboration, information integration, and beyond // *Information Polity*. 2012. Vol. 17, iss. 3-4. P. 269–280. doi: [10.3233/ip-2012-000287](https://doi.org/10.3233/ip-2012-000287)
15. *Xiong Z., Sheng H., Rong W., Cooper D. E.* Intelligent transportation systems for smart cities: A progress review // *Science China Information Sciences*. 2012. Vol. 55. P. 2908–2914. doi: [10.1007/s11432-012-4725-1](https://doi.org/10.1007/s11432-012-4725-1)
16. *Niemi R., Mikkola J., Lund P. D.* Urban energy systems with smart multi-carrier energy networks and renewable energy generation // *Renewable Energy*. 2012. Vol. 48. P. 524–536. doi: [10.1016/j.renene.2012.05.017](https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.05.017)
17. *Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W.* Modelling the smart city performance // *Innovation: The European Journal of Social Science Research*. 2012. Vol. 25, iss. 2. P. 137–149. doi: [10.1080/13511610.2012.660325](https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325)
18. *Fei L.* Smart city development level assessment for Tianjin using AHP and gray comprehensive evaluation // *Advances in Information Sciences and Service Sciences*. 2012. Vol. 4, iss. 19. P. 74–82.
19. *Joss S., Cowley R., Tomozeiu D.* Towards the ‘ubiquitous eco-city’: An analysis of the internationalisation of eco-city policy and practice // *Urban Research and Practice*. 2013. Vol. 6, iss. 1. P. 54–74. doi: [10.1080/17535069.2012.762216](https://doi.org/10.1080/17535069.2012.762216)
20. *Sánchez L., EliceGUI I., Cuesta J., Muñoz L., Lanza J.* Integration of utilities infrastructures in a future internet enabled smart city framework // *Sensors*. 2013. Vol. 13, iss. 11. P. 14438–14465. doi: [10.3390/s131114438](https://doi.org/10.3390/s131114438)
21. *Carvalho L., Campos J. B.* Developing the PlanIT valley: A view on the governance and societal embedding of u-eco city pilots // *International Journal of Knowledge-Based Development*. 2013. Vol. 4, iss. 2. P. 109–125. doi: [10.1504/IJKBD.2013.054089](https://doi.org/10.1504/IJKBD.2013.054089)
22. *Lee J. H., Phaal R., Lee S.-H.* An integrated service-device-technology roadmap for smart city development // *Technological Forecasting and Social Change*. 2013. Vol. 80, iss. 2. P. 286–306. doi: [10.1016/j.techfore.2012.09.020](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.020)
23. *Chochliouros I. P., Spiliopoulou A. S., Sfakianakis E., Georgiadou E. M., Rethimiotaki E.* Living labs in smart cities as critical enablers for making real the modern future internet // *Communications in Computer and Information Science*. 2013. Vol. 384. P. 312–321. doi: [10.1007/978-3-642-41016-1\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-642-41016-1_33)
24. *Benouaret K., Valliyur-Ramalingam R., Charoy F.* CrowdSC: Building Smart Cities with Large-Scale Citizen Participation // *IEEE Internet Computing*. 2013. Vol. 17, iss. 6. P. 57–63. doi: [10.1109/mic.2013.88](https://doi.org/10.1109/mic.2013.88)
25. *Anttiroiko A.-V., Valkama P., Bailey S. J.* Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services // *AI & SOCIETY*. 2013. Vol. 29. P. 323–334. doi: [10.1007/s00146-013-0464-0](https://doi.org/10.1007/s00146-013-0464-0)
26. *Neirotti P., De Marco A., Cagliano A. C., Mangano G., Scorrano F.* Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts // *Cities*. 2014. Vol. 38. P. 25–36. doi: [10.1016/j.cities.2013.12.010](https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010)
27. *Angelidou M.* Smart city policies: A spatial approach // *Cities*. 2014. Vol. 41. S3–S11. doi: [10.1016/j.cities.2014.06.007](https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007)
28. *Höjer M., Wangel J.* Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges // Hilty L., Aebischer B. (eds) *ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2014. Vol. 310. P. 333–349. doi: [10.1007/978-3-319-09228-7\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7_20)
29. *Lee J. H., Hancock M. G., Hu M.-C.* Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco // *Technological Forecasting and Social Change*. 2014. Vol. 89. P. 80–99. doi: [10.1016/j.techfore.2013.08.033](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.033)
30. *Sanchez L., Muñoz L., Galache J. A., Sotres P., Santana J. R., Gutierrez V., Rajiv Ramdhany, Gluhak A., Krco S., Theodoridis E., Pfisterer D.* SmartSantander: IoT experimentation over a smart city testbed // *Computer Networks*. 2014. Vol. 61. P. 217–238. doi: [10.1016/j.bjp.2013.12.020](https://doi.org/10.1016/j.bjp.2013.12.020)
31. *Gabrys J.* Programming Environments: Environmental and Citizen Sensing in the Smart City // *Environment and Planning D: Society and Space*. 2014. Vol. 32, iss. 1. P. 30–48. doi: [10.1068/d16812](https://doi.org/10.1068/d16812)
32. *Rabari C., Storper M.* The digital skin of cities: Urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data // *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2014. Vol. 8, iss. 1. P. 27–42. doi: [10.1093/cjres/rsu021](https://doi.org/10.1093/cjres/rsu021)
33. *Bellini P., Benigni M., Billero R., Nesi P., Rauch N.* Km4City ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services // *Journal of Visual Languages & Computing*. 2014. Vol. 25, iss. 6. P. 827–839. doi: [10.1016/j.jvlc.2014.10.023](https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.10.023)
34. *Elmaghraby A. S., Losavio M. M.* Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy // *Journal of Advanced Research*. 2014. Vol. 5, iss. 4. P. 491–497. doi: [10.1016/j.jare.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.02.006)
35. *Lee J., Lee H.* Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services // *Government Information Quarterly*. 2014. Vol. 31. Supplement 1. P. S93–S105. doi: [10.1016/j.giq.2014.01.010](https://doi.org/10.1016/j.giq.2014.01.010)

36. Van der Graaf S., Veeckman C. Designing for participatory governance: Assessing capabilities and toolkits in public service delivery // *Info*. 2014. Vol. 16, iss. 6. P. 74–88. doi: [10.1108/info-07-2014-0028](https://doi.org/10.1108/info-07-2014-0028)
37. Shu Y., Fan J. Progress in smart city standardization // *Dianwang Jishu/Power System Technology*. 2014. Vol. 38, iss. 10. P. 2617–2623.
38. Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives // *Journal of Urban Technology*. 2015. Vol. 22, iss. 1. P. 3–21. doi: [10.1080/10630732.2014.942092](https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092)
39. Al Nuaimi E., Al Neyadi H., Mohamed N., Al-Jaroodi J. Applications of big data to smart cities // *Journal of Internet Services and Applications*. 2015. Vol. 6. Article 25. doi: [10.1186/s13174-015-0041-5](https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5)
40. Arribas-Bel D., Kourtiti K., Nijkamp P., Steenbruggen J. Cyber Cities: Social Media as a Tool for Understanding Cities // *Applied Spatial Analysis and Policy*. 2015. Vol. 8. P. 231–247. doi: [10.1007/s12061-015-9154-2](https://doi.org/10.1007/s12061-015-9154-2)
41. Hussain A., Wenbi R., da Silva A. L., Nadher M., Mudhish M. Health and emergency-care platform for the elderly and disabled people in the Smart City // *Journal of Systems and Software*. 2015. Vol. 110. P. 253–263. doi: [10.1016/j.jss.2015.08.041](https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.041)
42. Mayang Sari L., Novani S. Multi-stakeholder co-creation Analysis in Smart city Management: An Experience from Bandung, Indonesia // *Procedia Manufacturing*. 2015. Vol. 4. P. 315–321. doi: [10.1016/j.promfg.2015.11.046](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.046)
43. Stratigea A., Papadopoulou C.-A., Panagiotopoulou M. Tools and Technologies for Planning the Development of Smart Cities // *Journal of Urban Technology*. 2015. Vol. 22, iss. 2. P. 43–62. doi: [10.1080/10630732.2015.1018725](https://doi.org/10.1080/10630732.2015.1018725)
44. Dupont L., Morel L., Guidat C. Innovative public-private partnership to support Smart City: The case of “Chaire REVES” // *Journal of Strategy and Management*. 2015. Vol. 8, iss. 3. P. 245–265. doi: [10.1108/JSMA-03-2015-0027](https://doi.org/10.1108/JSMA-03-2015-0027)
45. Angelidou M. Smart cities: A conjuncture of four forces // *Cities*. 2015. Vol. 47. P. 95–106. doi: [10.1016/j.cities.2015.05.004](https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.004)
46. Datta A. New urban utopias of postcolonial India: ‘Entrepreneurial urbanization’ in Dholera smart city, Gujarat // *Dialogues in Human Geography*. 2015. Vol. 5, iss. 1. P. 3–22. doi: [10.1177/2043820614565748](https://doi.org/10.1177/2043820614565748)
47. Gil-Garcia J. R., Pardo T. A., Nam T. What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization // *Information Polity*. 2015. Vol. 20, no. 1. P. 61–87. doi: [10.3233/ip-150354](https://doi.org/10.3233/ip-150354)
48. Michelucci F. V., De Marco A., Tanda A. Defining the Role of the Smart-City Manager: An Analysis of Responsibilities and Skills // *Journal of Urban Technology*. 2016. Vol. 23, iss. 3. P. 23–42. doi: [10.1080/10630732.2016.1164439](https://doi.org/10.1080/10630732.2016.1164439)
49. Hara M., Nagao T., Hanno S., Nakamura J. New Key Performance Indicators for a Smart Sustainable City // *Sustainability*. 2016. Vol. 8, iss. 3. Article 206. doi: [10.3390/su8030206](https://doi.org/10.3390/su8030206)
50. Gil-Garcia J. R., Zhang J., Puron-Cid G. Conceptualizing smartness in government: An integrative and multi-dimensional view // *Government Information Quarterly*. 2016. Vol. 33, iss. 3. P. 524–534. doi: [10.1016/j.giq.2016.03.002](https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.03.002)
51. Lanza J., Sánchez L., Gutiérrez V., Galache J., Santana J., Sotres P., Muñoz L. Smart City Services over a Future Internet Platform Based on Internet of Things and Cloud: The Smart Parking Case // *Energies*. 2016. Vol. 9, iss. 9. Article 719. doi: [10.3390/en9090719](https://doi.org/10.3390/en9090719)
52. Díaz-Díaz R., Pérez-González D. Implementation of social media concepts for e-Government: Case study of a social media tool for value co-creation and citizen participation // *Journal of Organizational and End User Computing*. 2016. Vol. 28, iss. 3. P. 104–121. doi: [10.4018/JOEUC.2016070107](https://doi.org/10.4018/JOEUC.2016070107)
53. Wang S., Wang X., Wang Z. L., Yang Y. Efficient Scavenging of Solar and Wind Energies in a Smart City // *ACS Nano*. 2016. Vol. 10, iss. 6. P. 5696–5700. doi: [10.1021/acsnano.6b02575](https://doi.org/10.1021/acsnano.6b02575)
54. Srani J. S., Kumar M., Graham G., Phillips W., Tooze J., Ford S., Beecher P., Raj B., Gregory M., Tiwari M. K., B. Ravi, Neely A., Shankar R., Charnley F., Tiwari A. Distributed manufacturing: Scope, challenges and opportunities // *International Journal of Production Research*. 2016. Vol. 54, iss. 23. P. 6917–6935. doi: [10.1080/00207543.2016.1192302](https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1192302)
55. Cassandras C. G. Smart Cities as Cyber-Physical Social Systems // *Engineering*. 2016. Vol. 2, iss. 2. P. 156–158. doi: [10.1016/j.eng.2016.02.012](https://doi.org/10.1016/j.eng.2016.02.012)
56. Anttiroiko A.-V. City-as-a-Platform: The Rise of Participatory Innovation Platforms in Finnish Cities // *Sustainability*. 2016. Vol. 8, iss. 9. Article 922. doi: [10.3390/su8090922](https://doi.org/10.3390/su8090922)
57. Nesti G. Living Labs: A New Tool for Co-production? // *Green Energy and Technology*. 2017. P. 267–281. doi: [10.1007/978-3-319-44899-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44899-2_16)
58. Meijer A., Thaens M. Urban Technological Innovation: Developing and Testing a Sociotechnical Framework for Studying Smart City Projects // *Urban Affairs Review*. 2016. Vol. 54, iss. 2. P. 363–387. doi: [10.1177/1078087416670274](https://doi.org/10.1177/1078087416670274)

59. *Yeh H.* The effects of successful ICT-based smart city services: From citizens' perspectives // *Government Information Quarterly*. 2017. Vol. 34, iss. 3. P. 556–565. doi: [10.1016/j.giq.2017.05.001](https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.05.001)
60. *Cicirelli F., Guerrieri A., Spezzano G., Vinci A.* An edge-based platform for dynamic Smart City applications // *Future Generation Computer Systems*. 2017. Vol. 76. P. 106–118. doi: [10.1016/j.future.2017.05.034](https://doi.org/10.1016/j.future.2017.05.034)
61. *Kshetri N.* The evolution of the internet of things industry and market in China: An interplay of institutions, demands and supply // *Telecommunications Policy*. 2017. Vol. 41, iss. 1. P. 49–67. doi: [10.1016/j.telpol.2016.11.002](https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.11.002)
62. *Ersoy A.* Smart cities as a mechanism towards a broader understanding of infrastructure interdependencies // *Regional Studies, Regional Science*. 2017. Vol. 4, iss. 1. P. 26–31. doi: [10.1080/21681376.2017.1281154](https://doi.org/10.1080/21681376.2017.1281154)
63. *Bifulco F., Tregua M., Amitrano C. C.* Co-governing smart cities through living labs. Top evidences from EU // *Transylvanian Review of Administrative Sciences*. 2017. No. 50. P. 21–37.
64. *Potts J., Rennie E., Goldenfein J.* Blockchains and the crypto city // *Information Technology*. 2017. Vol. 59, iss. 6. P. 285–293. doi: [10.1515/itit-2017-0006](https://doi.org/10.1515/itit-2017-0006)
65. *Ahvenniemi H., Huovila A., Pinto-Seppä I., Airaksinen M.* What are the differences between sustainable and smart cities? // *Cities*. 2017. Vol. 60, part A. P. 234–245. doi: [10.1016/j.cities.2016.09.009](https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009)
66. *Babar M., Arif F.* Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things // *Future Generation Computer Systems*. 2017. Vol. 77. P. 65–76. doi: [10.1016/j.future.2017.07.029](https://doi.org/10.1016/j.future.2017.07.029)
67. *Carrasco-Sáez J., Careaga Butter M., Badilla-Quintana M.* The New Pyramid of Needs for the Digital Citizen: A Transition towards Smart Human Cities // *Sustainability*. 2017. Vol. 9, iss. 12. Article 2258. doi: [10.3390/su9122258](https://doi.org/10.3390/su9122258)
68. *Macke J., Casagrande R. M., Sarate J. A. R., Silva K. A.* Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 182. P. 717–726. doi: [10.1016/j.jclepro.2018.02.078](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.078)
69. *Axelsson K., Granath M.* Stakeholders' stake and relation to smartness in smart city development: Insights from a Swedish city planning project // *Government Information Quarterly*. 2018. Vol. 35, iss. 4. P. 693–702. doi: [10.1016/j.giq.2018.09.001](https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.09.001)
70. *Perng S.-Y., Kitchin R., Mac Donncha D.* Hackathons, entrepreneurial life and the making of smart cities // *Geoforum*. 2018. Vol. 97. P. 189–197. doi: [10.1016/j.geoforum.2018.08.024](https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.08.024)
71. *Pournaras E., Pilgerstorfer P., Asikis T.* Decentralized Collective Learning for Self-managed Sharing Economies // *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems*. 2018. Vol. 13, iss. 2. P. 1–33. doi: [10.1145/3277668](https://doi.org/10.1145/3277668)
72. *Rao S. K., Prasad R.* Impact of 5G Technologies on Smart City Implementation // *Wireless Personal Communications*. 2018. Vol. 100, iss. 1. P. 161–176. doi: [10.1007/s11277-018-5618-4](https://doi.org/10.1007/s11277-018-5618-4)
73. *Khan M. A., Salah K.* IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges // *Future Generation Computer Systems*. 2018. Vol. 82. P. 395–411. doi: [10.1016/j.future.2017.11.022](https://doi.org/10.1016/j.future.2017.11.022)
74. *Lim C., Kim K.-J., Maglio P. P.* Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations // *Cities*. 2018. Vol. 82. P. 86–99. doi: [10.1016/j.cities.2018.04.011](https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.011)
75. *Lytras M., Visvizi A.* Who Uses Smart City Services and What to Make of It: Toward Interdisciplinary Smart Cities Research // *Sustainability*. 2018. Vol. 10, iss. 6. Article 1998. doi: [10.3390/su10061998](https://doi.org/10.3390/su10061998)
76. *Allam Z., Newman P.* Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance // *Smart Cities*. 2018. Vol. 1, iss. 1. P. 4–25. doi: [10.3390/smartcities1010002](https://doi.org/10.3390/smartcities1010002)
77. *Caragliu A., Del Bo C. F.* Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142. P. 373–383. doi: [10.1016/j.techfore.2018.07.022](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.022)
78. *Fernandez-Anez V., Fernández-Güell J. M., Giffinger R.* Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna // *Cities*. 2018. Vol. 78. P. 4–16. doi: [10.1016/j.cities.2017.12.004](https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.12.004)
79. *Appio F. P., Lima M., Paroutis S.* Understanding Smart Cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 142. P. 1–14. doi: [10.1016/j.techfore.2018.12.018](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.018)
80. *Frost L., Bauer M.* European trends in standardization for smart cities and Society 5.0 // *NEC Technical Journal*. 2018. Vol. 13, no. 1. P. 58–63.
81. *Allam Z., Dhunny Z. A.* On big data, artificial intelligence and smart cities // *Cities*. 2019. Vol. 89. P. 80–91. doi: [10.1016/j.cities.2019.01.032](https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032)
82. *Delitheou V., Meleti V., Athanassopoulos C. G. E.* Green economy and smart city // *Journal of Reliable Intelligent Environments*. 2019. Vol. 5, iss. 4. P. 235–240. doi: [10.1007/s40860-019-00092-z](https://doi.org/10.1007/s40860-019-00092-z)



83. Pires F.M., de Souza Mendes L., Quiñonez L. L. Integrated system architecture for decision-making and urban planning in smart cities // International Journal of Distributed Sensor Networks. 2019. Vol. 15, iss. 8. doi: [10.1177/1550147719867829](https://doi.org/10.1177/1550147719867829)
84. Gupta R., Mejia C., Kajikawa Y. Business, innovation and digital ecosystems landscape survey and knowledge cross sharing // Technological Forecasting and Social Change. 2019. Vol. 147. P. 100–109. doi: [10.1016/j.techfore.2019.07.004](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.004)
85. Huovila A., Bosch P., Airaksinen M. Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? // Cities. 2019. Vol. 89. P. 141–153. doi: [10.1016/j.cities.2019.01.029](https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029)
86. Sharifi A. A typology of smart city assessment tools and indicator sets // Sustainable Cities and Society. 2019. Vol. 53. Article 101936. doi: [10.1016/j.scs.2019.101936](https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101936)
87. Kraus S., Breier M., Jones P., Hughes M. Individual entrepreneurial orientation and intrapreneurship in the public sector // International Entrepreneurship and Management Journal. 2019. Vol. 15. P. 1247–1268. doi: [10.1007/s11365-019-00593-6](https://doi.org/10.1007/s11365-019-00593-6)
88. Westraadt L., Calitz A. A Modelling Framework for Integrated Smart City Planning and Management // Sustainable Cities and Society. 2020. Vol. 63. Article 102444. doi: [10.1016/j.scs.2020.102444](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102444)
89. Cugurullo F. Urban Artificial Intelligence: From Automation to Autonomy in the Smart City // Frontiers in Sustainable Cities. 2020. Vol. 2. Article 38. doi: [10.3389/frsc.2020.00038](https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00038)
90. Gupta A., Panagiotopoulos P., Bowen F. An orchestration approach to smart city data ecosystems // Technological Forecasting and Social Change. 2020. Vol. 153. Article 119929. doi: [10.1016/j.techfore.2020.119929](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119929)
91. Turečková K., Nevima J. The Cost Benefit Analysis for the Concept of a Smart City: How to Measure the Efficiency of Smart Solutions? Sustainability. 2020. Vol. 12, iss. 7. Article 2663. doi: [10.3390/su12072663](https://doi.org/10.3390/su12072663)
92. Correia D., Teixeira L., Marques J. Triangular pyramid trunk: The three axes of the smart city assessment tool // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2020. Vol. 241. P. 79–90. doi: [10.2495/SDP200071](https://doi.org/10.2495/SDP200071)
93. Zekić-Sušac M., Mitrović S., Has A. Machine learning based system for managing energy efficiency of public sector as an approach towards smart cities // International Journal of Information Management. 2020. Vol. 58. Article 102074. doi: [10.1016/j.ijinfomgt.2020.102074](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102074)
94. Schürholz D., Kubler S., Zaslavsky A. Artificial intelligence-enabled context-aware air quality prediction for smart cities // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 271. Article 121941. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.121941](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121941)
95. Löfgren K., Webster C. W. R. The value of Big Data in government: The case of “smart cities” // Big Data & Society. 2020. Vol. 7, iss. 1. doi: [10.1177/2053951720912775](https://doi.org/10.1177/2053951720912775)
96. Perboli G., Rosano M. A Taxonomic Analysis of Smart City Projects in North America and Europe // Sustainability. 2020. Vol. 12, iss. 18. Article 7813. doi: [10.3390/su12187813](https://doi.org/10.3390/su12187813)
97. Weinstein Z. How to Humanize Technology in Smart Cities // International Journal of E-Planning Research. 2020. Vol. 9, iss. 3. P. 68–84. doi: [10.4018/ijep.2020070104](https://doi.org/10.4018/ijep.2020070104)
98. Chen D., Wawrzynski P., Lv Z. Cyber Security in Smart Cities: A Review of Deep Learning-based Applications and Case Studies // Sustainable Cities and Society. 2021. Vol. 66. Article 102655. doi: [10.1016/j.scs.2020.102655](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102655)
99. Secinaro S., Brescia V., Calandra D., Biancone P. Towards a hybrid model for the management of smart city initiatives // Cities. 2021. Vol. 116. Article 103278. doi: [10.1016/j.cities.2021.103278](https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103278)
100. Ji T., Chen J.-H., Wei H.-H., Su Y.-C. Towards people-centric smart city development: Investigating the citizens’ preferences and perceptions about smart-city services in Taiwan // Sustainable Cities and Society. 2021. Vol. 67. Article 102691. doi: [10.1016/j.scs.2020.102691](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102691)
101. Linde L., Sjödin D., Parida V., Wincent J. Dynamic capabilities for ecosystem orchestration: A capability-based framework for smart city innovation initiatives // Technological Forecasting and Social Change. 2021. Vol. 166. Article 120614. doi: [10.1016/j.techfore.2021.120614](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120614)
102. Razmjoo A., Østergaard P. A., Denai M., Nezhad M. M., Mirjalili S. Effective policies to overcome barriers in the development of smart cities // Energy Research & Social Science. 2021. Vol. 79. Article 102175. doi: [10.1016/j.erss.2021.102175](https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102175)
103. Dizon E., Pranggono B. Smart streetlights in Smart City: A case study of Sheffield // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. 2022. Vol. 13. P. 2045–2060. doi: [10.1007/s12652-021-02970-y](https://doi.org/10.1007/s12652-021-02970-y)
104. Ullah F., Qayyum S., Thaheem M. J., Al-Turjman F., Sepasgozar S. M. E. Risk management in sustainable smart cities governance: A TOE framework // Technological Forecasting and Social Change. 2021. Vol. 167. Article 120743. doi: [10.1016/j.techfore.2021.120743](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120743)



105. *Kandt J., Batty M.* Smart cities, big data and urban policy: Towards urban analytics for the long run // *Cities*. 2021. Vol. 109. Article 102992. doi: [10.1016/j.cities.2020.102992](https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102992)
106. *Puliafito A., Tricomi G., Zafeiropoulos A., Papavassiliou S.* Smart Cities of the Future as Cyber Physical Systems: Challenges and Enabling Technologies // *Sensors*. 2021. Vol. 21, iss. 10. Article 3349. doi: [10.3390/s21103349](https://doi.org/10.3390/s21103349)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Константин Александрович Семячков – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); [k.semyachkov@mail.ru](mailto:k.semyachkov@mail.ru)

## ACKNOWLEDGEMENT

The study was funded by the Russian Science Foundation under project no. 22-28-00439.

## REFERENCES

1. Building Information Grid Portal. *Web Information Systems – WISE 2004 Workshops. WISE 2004. Lecture Notes in Computer Science*, 2004, vol. 3307, pp. 82–86. doi: [10.1007/978-3-540-30481-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30481-4_8)
2. Shao Z., Li D. Design and implementation of service-oriented spatial information sharing framework in digital city. *Geo-Spatial Information Science*, 2009, vol. 12, iss.2, pp.104–109. doi: [10.1007/s11806-009-0015-5](https://doi.org/10.1007/s11806-009-0015-5)
3. Kim M.-Y. Developing A Multi-dimensional Spatio-visual Information System. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 2009, vol. 27, iss. 6, pp. 649–658.
4. Lefèvre B., Mainguy G. Urban Transport Energy Consumption: Determinants and Strategies for its Reduction. *S.A.P.I.E.N.S.*, 2009, vol. 2, no. 3. Available at: <http://journals.openedition.org/sapiens/914>
5. Ortiz-Fournier L. V., Márquez E., Flores F. R., Rivera-Vázquez J. C., Colon P. A. Integrating educational institutions to produce intellectual capital for sustainability in Caguas, Puerto Rico. *Knowledge Management Research & Practice*, 2010, vol. 8, iss. 3, pp. 203–215. doi: [10.1057/kmrp.2010.11](https://doi.org/10.1057/kmrp.2010.11)
6. Chen Z., Fan W., Xiong Z., Zhang P., Luo L. Visual data security and management for smart cities. *Frontiers of Computer Science in China*, 2010, vol. 4, pp. 386–393. doi: [10.1007/s11704-010-0378-7](https://doi.org/10.1007/s11704-010-0378-7)
7. Portney K. E., Berry J. M. Participation and the Pursuit of Sustainability in U.S. Cities. *Urban Affairs Review*, 2010, vol. 46, iss. 1, pp. 119–139. doi: [10.1177/1078087410366122](https://doi.org/10.1177/1078087410366122)
8. Deakin M., Al Waer H. From intelligent to smart cities. *Intelligent Buildings International*, 2011, vol. 3, iss. 3, pp. 140–152. doi: [10.1080/17508975.2011.586671](https://doi.org/10.1080/17508975.2011.586671)
9. Walters D. Smart cities, smart places, smart democracy: Form-based codes, electronic governance and the role of place in making smart cities. *Intelligent Buildings International*, 2011, vol. 3, iss. 3, pp. 198–218. doi: [10.1080/17508975.2011.586670](https://doi.org/10.1080/17508975.2011.586670)
10. Schaffers H., Komninos N., Pallot M., Trousse B., Nilsson M., Oliveira A. Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation. *The Future Internet. FIA 2011. Lecture Notes in Computer Science*, 2011, vol. 6656, pp.431–446. doi: [10.1007/978-3-642-20898-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20898-0_31)
11. Boikova M. V., Il'ina I. N., Salazkin M. G. Budushchee gorodov: goroda kak agenty globalizatsii i innovatsii [Urban futures: Cities as agents of globalization and innovation]. *Forsait* [Foresight and STI Governance], 2011, vol. 5, no. 4, pp. 32–48. (In Russian). doi: [10.17323/1995-459X.2011.4.32.48](https://doi.org/10.17323/1995-459X.2011.4.32.48)
12. Izumi H., Yamashita A. Current and future trends of M2M services. *NEC Technical Journal*, 2011, vol. 6, iss. 4, pp. 13–17.
13. Schuurman D., Baccarne B., De Marez L., Mechant P. Smart ideas for smart cities: Investigating crowdsourcing for generating and selecting ideas for ICT innovation in a city context. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 2012, vol. 7, no. 3, pp. 49–62. doi: [10.4067/S0718-18762012000300006](https://doi.org/10.4067/S0718-18762012000300006)
14. Gil-Garcia J. R. Towards a smart State? Inter-agency collaboration, information integration, and beyond. *Information Polity*, 2012, vol. 17, iss. 3-4, pp. 269–280. doi: [10.3233/ip-2012-000287](https://doi.org/10.3233/ip-2012-000287)
15. Xiong Z., Sheng H., Rong W., Cooper D. E. Intelligent transportation systems for smart cities: A progress review. *Science China Information Sciences*, 2012, vol. 55, pp. 2908–2914. doi: [10.1007/s11432-012-4725-1](https://doi.org/10.1007/s11432-012-4725-1)
16. Niemi R., Mikkola J., Lund P. D. Urban energy systems with smart multi-carrier energy networks and renewable energy generation. *Renewable Energy*, 2012, vol. 48, pp. 524–536. doi: [10.1016/j.renene.2012.05.017](https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.05.017)

17. Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W. Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2012, vol. 25, iss. 2, pp. 137–149. doi: [10.1080/13511610.2012.660325](https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325)
18. Fei L. Smart city development level assessment for Tianjin using AHP and gray comprehensive evaluation. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 2012, vol. 4, iss. 19, pp. 74–82.
19. Joss S., Cowley R., Tomozeiu D. Towards the ‘ubiquitous eco-city’: An analysis of the internationalisation of eco-city policy and practice. *Urban Research and Practice*, 2013, vol. 6, iss. 1, pp. 54–74. doi: [10.1080/17535069.2012.762216](https://doi.org/10.1080/17535069.2012.762216)
20. Sánchez L., EliceGUI I., Cuesta J., Muñoz L., Lanza J. Integration of utilities infrastructures in a future internet enabled smart city framework. *Sensors*, 2013, vol. 13, iss. 11, pp. 14438–14465. doi: [10.3390/s131114438](https://doi.org/10.3390/s131114438)
21. Carvalho L., Campos J. B. Developing the PlanIT valley: A view on the governance and societal embedding of u-eco city pilots. *International Journal of Knowledge-Based Development*, 2013, vol. 4, iss. 2, pp. 109–125. <http://dx.doi.org/10.1504/IJKBD.2013.054089>
22. Lee J. H., Phaal R., Lee S.-H. An integrated service-device-technology roadmap for smart city development. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, vol. 80, iss. 2, pp. 286–306. doi: [10.1016/j.techfore.2012.09.020](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.020)
23. Chochliouros I. P., Spiliopoulou A. S., Sfakianakis E., Georgiadou E. M., Rethimiotaki E. Living labs in smart cities as critical enablers for making real the modern future internet. *Communications in Computer and Information Science*, 2013, vol. 384, pp. 312–321. doi: [10.1007/978-3-642-41016-1\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-642-41016-1_33)
24. Benouaret K., Valliyur-Ramalingam R., Charoy F. CrowdSC: Building Smart Cities with Large-Scale Citizen Participation. *IEEE Internet Computing*, 2013, vol. 17, iss. 6, pp. 57–63. doi: [10.1109/mic.2013.88](https://doi.org/10.1109/mic.2013.88)
25. Anttiroiko A.-V., Valkama P., Bailey S. J. Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services. *AI & SOCIETY*, 2013, vol. 29, pp. 323–334. doi: [10.1007/s00146-013-0464-0](https://doi.org/10.1007/s00146-013-0464-0)
26. Neirotti P., De Marco A., Cagliano A. C., Mangano G., Scorrano F. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 2014, vol. 38, pp. 25–36. doi: [10.1016/j.cities.2013.12.010](https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010)
27. Angelidou M. Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 2014, vol. 41, pp. S3–S11. doi: [10.1016/j.cities.2014.06.007](https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007)
28. Höjer M., Wangel J. Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2014, vol. 310, pp. 333–349. doi: [10.1007/978-3-319-09228-7\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7_20)
29. Lee J. H., Hancock M. G., Hu M.-C. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, vol. 89, pp. 80–99. doi: [10.1016/j.techfore.2013.08.033](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.033)
30. Sanchez L., Muñoz L., Galache J. A., Sotres P., Santana J. R., Gutierrez V., Rajiv Ramdhany, Gluhak A., Krco S., Theodoridis E., Pfisterer D. SmartSantander: IoT experimentation over a smart city testbed. *Computer Networks*, 2014, vol. 61 pp. 217–238. doi: [10.1016/j.bjp.2013.12.020](https://doi.org/10.1016/j.bjp.2013.12.020)
31. Gabrys J. Programming Environments: Environmentalty and Citizen Sensing in the Smart City. *Environment and Planning D: Society and Space*, 2014, vol. 32, iss. 1, pp. 30–48. doi: [10.1068/d16812](https://doi.org/10.1068/d16812)
32. Rabari C., Storper M. The digital skin of cities: Urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2014, vol. 8, iss. 1, pp. 27–42. doi: [10.1093/cjres/rsu021](https://doi.org/10.1093/cjres/rsu021)
33. Bellini P., Benigni M., Billero R., Nesi P., Rauch N. Km4City ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services. *Journal of Visual Languages & Computing*, 2014, vol. 25, iss. 6, pp. 827–839. doi: [10.1016/j.jvlc.2014.10.023](https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.10.023)
34. Elmaghraby A. S., Losavio M. M. Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy. *Journal of Advanced Research*, 2014, vol. 5, iss. 4, pp. 491–497. doi: [10.1016/j.jare.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.02.006)
35. Lee J., Lee H. Developing and validating a citizen-centric typology for smart city services. *Government Information Quarterly*, 2014, vol. 31, supplement 1, pp. S93–S105. doi: [10.1016/j.giq.2014.01.010](https://doi.org/10.1016/j.giq.2014.01.010)
36. Van der Graaf S., Veeckman C. Designing for participatory governance: Assessing capabilities and toolkits in public service delivery. *Info*, 2014, vol. 16, iss. 6, pp. 74–88. doi: [10.1108/info-07-2014-0028](https://doi.org/10.1108/info-07-2014-0028)
37. Shu Y., Fan J. Progress in smart city standardization. *Dianwang Jishu/Power System Technology*, 2014, vol. 38, iss. 10, pp. 2617–2623.
38. Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 2015, vol. 22, iss. 1, pp. 3–21. doi: [10.1080/10630732.2014.942092](https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092)
39. Al Nuaimi E., Al Neyadi H., Mohamed N., Al-Jaroodi J. Applications of big data to smart cities. *Journal of Internet Services and Applications*, 2015, vol. 6, Article 25. doi: [10.1186/s13174-015-0041-5](https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5)
40. Arribas-Bel D., Kourtit K., Nijkamp P., Steenbruggen J. Cyber Cities: Social Media as a Tool for Understanding Cities. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 2015, vol. 8, pp. 231–247. doi: [10.1007/s12061-015-9154-2](https://doi.org/10.1007/s12061-015-9154-2)

41. Hussain A., Wenbi R., da Silva A. L., Nadher M., Mudhish M. Health and emergency-care platform for the elderly and disabled people in the Smart City. *Journal of Systems and Software*, 2015, vol. 110, pp. 253–263. doi: [10.1016/j.jss.2015.08.041](https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.041)
42. Mayangsari L., Novani S. Multi-stakeholder co-creation analysis in smart city management: An experience from Bandung, Indonesia. *Procedia Manufacturing*, 2015, vol. 4, pp. 315–321. doi: [10.1016/j.promfg.2015.11.046](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.046)
43. Stratigea A., Papadopoulou C.-A., Panagiotopoulou M. Tools and Technologies for Planning the Development of Smart Cities. *Journal of Urban Technology*, 2015, vol. 22, iss. 2, pp. 43–62. doi: [10.1080/10630732.2015.1018725](https://doi.org/10.1080/10630732.2015.1018725)
44. Dupont L., Morel L., Guidat C. Innovative public-private partnership to support Smart City: The case of “Chaire REVES”. *Journal of Strategy and Management*, 2015, vol. 8, iss. 3, pp. 245–265. doi: [10.1108/JSMA-03-2015-0027](https://doi.org/10.1108/JSMA-03-2015-0027)
45. Angelidou M. Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 2015, vol. 47, pp. 95–106. doi: [10.1016/j.cities.2015.05.004](https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.004)
46. Datta A. New urban utopias of postcolonial India: ‘Entrepreneurial urbanization’ in Dholera smart city, Gujarat. *Dialogues in Human Geography*, 2015, vol. 5, iss. 1, pp. 3–22. doi: [10.1177/2043820614565748](https://doi.org/10.1177/2043820614565748)
47. Gil-Garcia J. R., Pardo T. A., Nam T. What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. *Information Polity*, 2015, vol. 20, no. 1, pp. 61–87. doi: [10.3233/ip-150354](https://doi.org/10.3233/ip-150354)
48. Michelucci F. V., De Marco A., Tanda A. Defining the Role of the Smart-City Manager: An Analysis of Responsibilities and Skills. *Journal of Urban Technology*, 2016, vol. 23, iss. 3, pp. 23–42. doi: [10.1080/10630732.2016.1164439](https://doi.org/10.1080/10630732.2016.1164439)
49. Hara M., Nagao T., Hanno S., Nakamura J. New Key Performance Indicators for a Smart Sustainable City. *Sustainability*, 2016, vol. 8, iss. 3, Article 206. doi: [10.3390/su8030206](https://doi.org/10.3390/su8030206)
50. Gil-Garcia J. R., Zhang J., Puron-Cid G. Conceptualizing smartness in government: An integrative and multi-dimensional view. *Government Information Quarterly*, 2016, vol. 33, iss. 3, pp. 524–534. doi: [10.1016/j.giq.2016.03.002](https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.03.002)
51. Lanza J., Sánchez L., Gutiérrez V., Galache J., Santana J., Sotres P., Muñoz L. Smart City Services over a Future Internet Platform Based on Internet of Things and Cloud: The Smart Parking Case. *Energies*, 2016, vol. 9, iss. 9, Article 719. doi: [10.3390/en9090719](https://doi.org/10.3390/en9090719)
52. Díaz-Díaz R., Pérez-González D. Implementation of social media concepts for e-Government: Case study of a social media tool for value co-creation and citizen participation. *Journal of Organizational and End User Computing*, 2016, vol. 28, iss. 3, pp. 104–121. doi: [10.4018/JOEUC.2016070107](https://doi.org/10.4018/JOEUC.2016070107)
53. Wang S., Wang X., Wang Z. L., Yang Y. Efficient Scavenging of Solar and Wind Energies in a Smart City. *ACS Nano*, 2016, vol. 10, iss. 6, pp. 5696–5700. doi: [10.1021/acsnano.6b02575](https://doi.org/10.1021/acsnano.6b02575)
54. Srail J. S., Kumar M., Graham G., Phillips W., Tooze J., Ford S., Beecher P., Raj B., Gregory M., Tiwari M. K., B. Ravi, Neely A., Shankar R., Charnley F., Tiwari A. Distributed manufacturing: Scope, challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, 2016, vol. 54, iss. 23, pp. 6917–6935. doi: [10.1080/00207543.2016.1192302](https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1192302)
55. Cassandras C. G. Smart Cities as Cyber-Physical Social Systems. *Engineering*, 2016, vol. 2, iss. 2, pp. 156–158. doi: [10.1016/j.eng.2016.02.012](https://doi.org/10.1016/j.eng.2016.02.012)
56. Anttiroiko A.-V. City-as-a-Platform: The Rise of Participatory Innovation Platforms in Finnish Cities. *Sustainability*, 2016, vol. 8, iss. 9, Article 922. doi: [10.3390/su8090922](https://doi.org/10.3390/su8090922)
57. Nesti G. Living Labs: A New Tool for Co-production? *Green Energy and Technology*, 2017, pp. 267–281. doi: [10.1007/978-3-319-44899-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44899-2_16)
58. Meijer A., Thaens M. Urban Technological Innovation: Developing and Testing a Sociotechnical Framework for Studying Smart City Projects. *Urban Affairs Review*, 2016, vol. 54, iss. 2, pp. 363–387. doi: [10.1177/1078087416670274](https://doi.org/10.1177/1078087416670274)
59. Yeh H. The effects of successful ICT-based smart city services: From citizens’ perspectives. *Government Information Quarterly*, 2017, vol. 34, iss. 3, pp. 556–565. doi: [10.1016/j.giq.2017.05.001](https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.05.001)
60. Cicirelli F., Guerrieri A., Spezzano G., Vinci A. An edge-based platform for dynamic Smart City applications. *Future Generation Computer Systems*, 2017, vol. 76, pp. 106–118. doi: [10.1016/j.future.2017.05.034](https://doi.org/10.1016/j.future.2017.05.034)
61. Kshetri N. The evolution of the internet of things industry and market in China: An interplay of institutions, demands and supply. *Telecommunications Policy*, 2017, vol. 41, iss. 1, pp. 49–67. doi: [10.1016/j.telpol.2016.11.002](https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.11.002)
62. Ersoy A. Smart cities as a mechanism towards a broader understanding of infrastructure interdependencies. *Regional Studies, Regional Science*, 2017, vol. 4, iss. 1, pp. 26–31. doi: [10.1080/21681376.2017.1281154](https://doi.org/10.1080/21681376.2017.1281154)
63. Bifulco F., Tregua M., Amitrano C. C. Co-governing smart cities through living labs. Top evidences from EU. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 2017, no. 50, pp. 21–37.



64. Potts J., Rennie E., Goldenfein J. Blockchains and the crypto city. *Information Technology*, 2017, vol. 59, iss. 6, pp. 285–293. doi: [10.1515/itit-2017-0006](https://doi.org/10.1515/itit-2017-0006)
65. Ahvenniemi H., Huovila A., Pinto-Seppä I., Airaksinen M. What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 2017, vol. 60, part A, pp. 234–245. doi: [10.1016/j.cities.2016.09.009](https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009)
66. Babar M., Arif F. Smart urban planning using Big Data analytics to contend with the interoperability in Internet of Things. *Future Generation Computer Systems*, 2017, vol. 77, pp. 65–76. doi: [10.1016/j.future.2017.07.029](https://doi.org/10.1016/j.future.2017.07.029)
67. Carrasco-Sáez J., Careaga Butter M., Badilla-Quintana M. The New Pyramid of Needs for the Digital Citizen: A Transition towards Smart Human Cities. *Sustainability*, 2017, vol. 9, iss. 12, Article 2258. doi: [10.3390/su9122258](https://doi.org/10.3390/su9122258)
68. Macke J., Casagrande R. M., Sarate J. A. R., Silva K. A. Smart city and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 182, pp. 717–726. doi: [10.1016/j.jclepro.2018.02.078](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.078)
69. Axelsson K., Granath M. Stakeholders' stake and relation to smartness in smart city development: Insights from a Swedish city planning project. *Government Information Quarterly*, 2018, vol. 35, iss. 4, pp. 693–702. doi: [10.1016/j.giq.2018.09.001](https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.09.001)
70. Perng S.-Y., Kitchin R., Mac Donncha D. Hackathons, entrepreneurial life and the making of smart cities. *Geoforum*, 2018, vol. 97, pp. 189–197. doi: [10.1016/j.geoforum.2018.08.024](https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.08.024)
71. Pournaras E., Pilgerstorfer P., Asikis T. Decentralized Collective Learning for Self-managed Sharing Economies. *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems*, 2018, vol. 13, iss. 2, pp. 1–33. doi: [10.1145/3277668](https://doi.org/10.1145/3277668)
72. Rao S. K., Prasad R. Impact of 5G Technologies on Smart City Implementation. *Wireless Personal Communications*, 2018, vol. 100, iss. 1, pp. 161–176. doi: [10.1007/s11277-018-5618-4](https://doi.org/10.1007/s11277-018-5618-4)
73. Khan M. A., Salah K. IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges. *Future Generation Computer Systems*, 2018, vol. 82, pp. 395–411. doi: [10.1016/j.future.2017.11.022](https://doi.org/10.1016/j.future.2017.11.022)
74. Lim C., Kim K.-J., Maglio P. P. Smart cities with big data: Reference models, challenges, and considerations. *Cities*, 2018, vol. 82, pp. 86–99. doi: [10.1016/j.cities.2018.04.011](https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.011)
75. Lytras M., Visvizi A. Who Uses Smart City Services and What to Make of It: Toward Interdisciplinary Smart Cities Research. *Sustainability*, 2018, vol. 10, iss. 6, Article 1998. doi: [10.3390/su10061998](https://doi.org/10.3390/su10061998)
76. Allam Z., Newman P. Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance. *Smart Cities*, 2018, vol. 1, iss. 1, pp. 4–25. doi: [10.3390/smartcities1010002](https://doi.org/10.3390/smartcities1010002)
77. Caragliu A., Del Bo C. F. Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, pp. 373–383. doi: [10.1016/j.techfore.2018.07.022](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.022)
78. Fernandez-Anez V., Fernández-Güell J. M., Giffinger R. Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna. *Cities*, 2018, vol. 78, pp. 4–16. doi: [10.1016/j.cities.2017.12.004](https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.12.004)
79. Appio F. P., Lima M., Paroutis S. Understanding Smart Cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 142, pp. 1–14. doi: [10.1016/j.techfore.2018.12.018](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.018)
80. Frost L., Bauer M. European trends in standardization for smart cities and Society 5.0. *NEC Technical Journal*, 2018, vol. 13, no.1, pp. 58–63.
81. Allam Z., Dhunny Z. A. On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 2019, vol. 89, pp. 80–91. doi: [10.1016/j.cities.2019.01.032](https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032)
82. Delitheou V., Meleti V., Athanassopoulos C. G. E. Green economy and smart city. *Journal of Reliable Intelligent Environments*, 2019, vol. 5, iss. 4, pp. 235–240. doi: [10.1007/s40860-019-00092-z](https://doi.org/10.1007/s40860-019-00092-z)
83. Pires F.M., de Souza Mendes L., Quiñonez L. L. Integrated system architecture for decision-making and urban planning in smart cities. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2019, vol. 15, iss. 8. doi: [10.1177/1550147719867829](https://doi.org/10.1177/1550147719867829)
84. Gupta R., Mejia C., Kajikawa Y. Business, innovation and digital ecosystems landscape survey and knowledge cross sharing. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, vol. 147, pp. 100–109. doi: [10.1016/j.techfore.2019.07.004](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.004)
85. Huovila A., Bosch P., Airaksinen M. Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? *Cities*, 2019, vol. 89, pp. 141–153. doi: [10.1016/j.cities.2019.01.029](https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029)
86. Sharifi A. A typology of smart city assessment tools and indicator sets. *Sustainable Cities and Society*, 2019, vol. 53, Article 101936. doi: [10.1016/j.scs.2019.101936](https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101936)
87. Kraus S., Breier M., Jones P., Hughes M. Individual entrepreneurial orientation and intrapreneurship in the public sector. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 2019, vol. 15, pp. 1247–1268. doi: [10.1007/s11365-019-00593-6](https://doi.org/10.1007/s11365-019-00593-6)



88. Westraadt L., Calitz A. A modelling framework for integrated smart city planning and management. *Sustainable Cities and Society*, 2020, vol. 63, Article 102444. doi: [10.1016/j.scs.2020.102444](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102444)
89. Cugurullo F. Urban Artificial Intelligence: From Automation to Autonomy in the Smart City. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2020, vol. 2, Article 38. doi: [10.3389/frsc.2020.00038](https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00038)
90. Gupta A., Panagiotopoulos P., Bowen F. An orchestration approach to smart city data ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, vol. 153, Article 119929. doi: [10.1016/j.techfore.2020.119929](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119929)
91. Turečková K., Nevima J. The Cost Benefit Analysis for the Concept of a Smart City: How to Measure the Efficiency of Smart Solutions? *Sustainability*, 2020, vol. 12, iss. 7, Article 2663. doi: [10.3390/su12072663](https://doi.org/10.3390/su12072663)
92. Correia D., Teixeira L., Marques J. Triangular pyramid trunk: The three axes of the smart city assessment tool. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 2020, vol. 241, pp. 79–90. doi: [10.2495/SDP200071](https://doi.org/10.2495/SDP200071)
93. Zekić-Sušac M., Mitrović S., Has A. Machine learning based system for managing energy efficiency of public sector as an approach towards smart cities. *International Journal of Information Management*, 2020, vol. 58, Article 102074. doi: [10.1016/j.ijinfomgt.2020.102074](https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102074)
94. Schürholz D., Kubler S., Zaslavsky A. Artificial intelligence-enabled context-aware air quality prediction for smart cities. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 271, Article 121941. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.121941](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121941)
95. Löfgren K., Webster C. W. R. The value of Big Data in government: The case of 'smart cities'. *Big Data & Society*, 2020, vol. 7, iss. 1. doi: [10.1177/2053951720912775](https://doi.org/10.1177/2053951720912775)
96. Perboli G., Rosano M. A Taxonomic Analysis of Smart City Projects in North America and Europe. *Sustainability*, 2020, vol. 12, iss. 18, Article 7813. doi: [10.3390/su12187813](https://doi.org/10.3390/su12187813)
97. Weinstein Z. How to Humanize Technology in Smart Cities. *International Journal of E-Planning Research*, 2020, vol. 9, iss. 3, pp. 68–84. doi: [10.4018/ijep.2020070104](https://doi.org/10.4018/ijep.2020070104)
98. Chen D., Wawrzynski P., Lv Z. Cyber security in smart cities: A review of deep learning-based applications and case studies. *Sustainable Cities and Society*, 2021, vol. 66, Article 102655. doi: [10.1016/j.scs.2020.102655](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102655)
99. Secinaro S., Brescia V., Calandra D., Biancone P. Towards a hybrid model for the management of smart city initiatives. *Cities*, 2021, vol. 116, Article 103278. doi: [10.1016/j.cities.2021.103278](https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103278)
100. Ji T., Chen J.-H., Wei H.-H., Su Y.-C. Towards people-centric smart city development: Investigating the citizens' preferences and perceptions about smart-city services in Taiwan. *Sustainable Cities and Society*, 2021, vol. 67, Article 102691. doi: [10.1016/j.scs.2020.102691](https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102691)
101. Linde L., Sjödin D., Parida V., Wincent J. Dynamic capabilities for ecosystem orchestration: A capability-based framework for smart city innovation initiatives. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, vol. 166, Article 120614. doi: [10.1016/j.techfore.2021.120614](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120614)
102. Razmjoo A., Østergaard P. A., Denai M., Nezhad M. M., Mirjalili S. Effective policies to overcome barriers in the development of smart cities. *Energy Research & Social Science*, 2021, vol. 79, Article 102175. doi: [10.1016/j.erss.2021.102175](https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102175)
103. Dizon E., Pranggono B. Smart streetlights in Smart City: A case study of Sheffield. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2022, vol. 13, pp. 2045–2060. doi: [10.1007/s12652-021-02970-y](https://doi.org/10.1007/s12652-021-02970-y)
104. Ullah F., Qayyum S., Thaheem M. J., Al-Turjman F., Sepasgozar S. M. E. Risk management in sustainable smart cities governance: A TOE framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, vol. 167, Article 120743. doi: [10.1016/j.techfore.2021.120743](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120743)
105. Kandt J., Batty M. Smart cities, big data and urban policy: Towards urban analytics for the long run. *Cities*, 2021, vol. 109, Article 102992. doi: [10.1016/j.cities.2020.102992](https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102992)
106. Puliafito A., Tricomi G., Zafeiropoulos A., Papavassiliou S. Smart Cities of the Future as Cyber Physical Systems: Challenges and Enabling Technologies. *Sensors*, 2021, vol. 21, iss. 10, Article 3349. doi: [10.3390/s21103349](https://doi.org/10.3390/s21103349)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Konstantin Aleksandrovich Semyachkov – Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher, Institute of Economics, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia); [k.semyachkov@mail.ru](mailto:k.semyachkov@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 18.05.2022, принята к печати 26.07.2022

Received May 18, 2022; accepted July 26, 2022