

УДК 338.24 JEL P25, R11, O32

Смирнов Евгений Андреевич
студент магистратуры, ФГБОУ ВО
«Государственный университет управления»,
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: 0000-0003-1306-5834
e-mail: jestcool@yandex.ru

Каштанов Виктор Геннадиевич
студент магистратуры, ФГБОУ ВО
«Государственный университет управления»,
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-8730-3957
e-mail: srn2193@gmail.com

Денк Владислав Валерьевич
студент магистратуры, ФГБОУ ВО
«Государственный университет управления»,
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: 0000-0003-3851-8246
e-mail: rvlad00@mail.ru

Халимон Екатерина Андреевна
канд. экон. наук, ФГБОУ ВО
«Государственный университет управления»,
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-9480-3466
e-mail: guu.konf@yandex.ru

Evgeny A. Smirnov
Graduate Student, State University
of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0003-1306-5834
e-mail: jestcool@yandex.ru

Viktor G. Kashtanov
Graduate Student, State University
of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0002-8730-3957
e-mail: srn2193@gmail.com

Vladislav V. Denk
Graduate Student, State University
of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0003-3851-8246
e-mail: rvlad00@mail.ru

Ekaterina A. Khalimon
Candidate Sci. (Econ.), State University
of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0002-9480-3466
e-mail: guu.konf@yandex.ru

DOI 10.26425/1816-4277-2021-5-28-36

ТРЕНДЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ УМНЫХ ГОРОДОВ

Аннотация. Исследованы примеры применения инновационных технологий в контексте умного города, что представляет собой ключевой фактор, способствующий реализации концепции умного города. Представлены разнообразные подходы к внедрению информационных технологий, проанализированы тематические исследования по управлению умными городами мира, в которых обосновано изменение подхода от изолированного вертикального управления к интегрированному целостному управлению. В ходе исследования также проведен анализ разнообразных примеров применения инновационных технологий и подходов в контексте умного города, выявлены тенденции их развития. В завершении проведен анализ отечественного опыта применения концепции «Умный город» и достигнутые результаты.

Ключевые слова: умный город, инновации, цифровизация, умные люди, цифровые технологии, электронное правительство, безопасность, устойчивость

Для цитирования: Смирнов Е.А., Каштанов В.Г., Денк В.В., Халимон Е.А. Тренды инновационного развития умных городов//Вестник университета. 2021. № 5. С. 28–36.

TRENDS IN THE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF SMART CITIES

Abstract. The article studies examples of the use of innovative technologies in the field of “Smart City”, which is a key factor contributing to the implementation of the concept of “Smart City”. The paper presents various approaches to the implementation of information technologies, analyses case studies on the management of smart cities of the world, which justify the change in the approach from isolated vertical management to integrated holistic management. The study also analyses various examples of the use of innovative technologies and approaches in the context of “Smart City”, identifies the trends in their development. At the end, the authors carried out the analysis of the domestic experience of applying the concept of “Smart City” and the results achieved.

Keywords: smart city, innovations, digitalization, smart people, digital technologies, e-government, security, sustainability

For citation: Smirnov E.A., Kashtanov V.G., Denk V.V., Khalimon E.A. (2021) Trends in the innovative development of smart cities. *Vestnik universiteta*, no. 5, pp. 28–36. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-5-28-36

© Смирнов Е.А., Каштанов В.Г., Денк В.В., Халимон Е.А., 2021.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

© Smirnov E.A., Kashtanov V.G., Denk V.V., Khalimon E.A., 2021.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Введение

Одним из способов решения проблемы устойчивого развития городов является концепция «Умный город». Изменения происходят с огромной скоростью во всех сферах жизни общества, связанных с распространением использования новых цифровых технологий.

Умный город можно определить как сложную социально-техническую систему, в которой услуги оптимизируются за счет использования цифровых телекоммуникационных технологий в интересах его жителей и деловой активности. Тема умного города сегодня находится в центре многих дискуссий на национальном и международном уровне, в том числе о потенциальном влиянии инноваций в сфере городских услуг на общую производительность городов. В научной литературе описаны примеры умных городов, предусматривающие сценарии оптимизации и внедрения инноваций для традиционных услуг [12; 13].

В рамках этого направления появились исследования перспектив применения интеллектуальных технологий и оценено их значение для социальной и экологической устойчивости, выявлены целевые факторы, которые привели к переходу от «простого» умного города к целой концепции «Умный город».

Умные города и сценарии инноваций традиционных городских служб

Внедрение информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) пересматривает сценарий традиционного управления городскими объектами (от англ. Urban Facility Management, далее – UFM), понимаемого как комплексное управление вспомогательными услугами для эксплуатации, использования и улучшения городских благ. Эти услуги сегодня подвержены важным изменениям, особенно в мегаполисах, в связи с развитием ИКТ-решений и интернета вещей (от англ. Internet of Things, далее – IoT) вместе с большими данными (от англ. Big Data), которые касаются таких аспектов, как: методы обнаружения данных, анализ и управление; методы коммуникации / взаимодействия с пользователями; мониторинг производительности; методы реагирования систем, сетевые взаимодействия и т. д.

Анализ интеллектуальных городских услуг предполагает и связывает следующие три уровня.

1. Сферы умного города. Они широко распространены в литературе и представляют различные секторы городского развития, классифицируемые следующим образом: люди, экономика, управление, мобильность, окружающая среда, жизнь [18].

2. Сферы управления городскими объектами. Если сравнивать традиционные услуги UFM с областями умного города, возникает необходимость новый набор городских областей. Таким образом, определены следующие сферы управления городскими объектами: строительство, энергетика, образование, управление, окружающая среда, бизнес, мобильность, здравоохранение, отходы, безопасность и охрана, водоснабжение.

3. Интеллектуальные услуги различных областей применения. Можно определить услугу как интеллектуальную или умную, когда она предоставляется для того, чтобы предвидеть проблемы/потребности клиента, благодаря ИКТ, способствующей получению и обработке контекстуальной информации. Цель состоит в том, чтобы предоставить предложения по вмешательству за меньшее время и с меньшими усилиями и затратами. Примерами интеллектуальных услуг UFM являются:

- интеллектуальное уличное освещение;
- интеллектуальные энергосистемы;
- интеллектуальный мониторинг отходов и динамическое планирование;
- интеллектуальное водоснабжение и обнаружение утечек в реальном времени.

Параллельно с этими инновационными услугами существуют также услуги совместного использования и доставки, такие как bike/car sharing (рус. «совместное использование велосипедов/автомобилей»), коворкинг, доставка еды и другие, представляющие собой еще одну важную новую категорию услуг, основанных на ИКТ.

В связи с этой классификационной структурой был проведен анализ с целью выявления сфер умного города и UFM, наиболее затронутых внедрением передовых решений в области ИКТ, и определения основных характеристик интеллектуальных услуг (см. табл. 1).

Анализ тенденций внедрения инновационных технологий в контексте концепции «Умный город»

Сфера	Инновационные технологии	Умные города
Энергетика	<ul style="list-style-type: none"> – непрерывный мониторинг потребления энергии и анализ данных позволяют получить представление о спросе на энергию в городском/районном масштабе для идентификации и определения местоположения часов пик и для выявления районов с избытком энергии, способных поддержать любые соседние районы с дефицитом энергии. – интеллектуальные системы освещения (датчики движения и присутствия и приводы для включения/выключения уличного освещения) для улучшения восприятия гражданами. – одним из вариантов стратегий умной энергетики стал «устойчивый город», разработанный учеными Политехнического Университета Бухареста. Для него главным показателем была определена энергоэффективность, поскольку города несут ответственность за потребление 75 % мирового производства энергии и генерирование 80 % выбросов CO₂. Для этого была разработана модель, направленная на улучшение энергоэффективности и сбалансированного использования энергетических ресурсов 	Эйндховен, Милан, Падуа, Стокгольм, Эспоо, Ницца, Бухарест
Отходы	<ul style="list-style-type: none"> – беспроводные ультразвуковые датчики, определяющие уровень заполнения контейнеров для отходов, концепцию которых одними из первых предложили ученые из Университета Западной Аттики; – планирование и оптимизация маршрутов сбора отходов: геолокационные данные контейнеров вместе с данными датчиков об уровне их заполнения позволяют в режиме реального времени определять наиболее эффективные маршруты сбора отходов; – платформа управления муниципальными отходами: водители транспортных средств для сбора отходов могут использовать мобильные приложения для сканирования, подтверждения и создания отчета о любом событии (например, автоматическое выставление счетов за сбор отходов по запросу) 	Берлин, Вена, Барселона, Лиссабон, Стокгольм, Западная Аттика
Строительство	<ul style="list-style-type: none"> – мониторинг потребления энергии в режиме реального времени (например, идентификация пиков); – настройка распределения энергии в режиме реального времени; – планирование мероприятий по техническому обслуживанию и очистке на основе фактического использования; – мониторинг поведения пользователей в режиме реального времени. Для улучшения управления пространствами и внутренней планировкой; – японские исследователи из национального института передовых промышленных наук и технологий предложили свою концепцию умного города, где за ключевой фактор было взято грамотное землепользование в городе, которое можно осуществить с помощью интегрированного фотоэлектрического и энергоэффективного проектирования зданий 	Ставангер, Варшава, Антверпен, Лион, Женева, Лиссабон, Генуя, Токио
Окружающая среда	<p>Сеть беспроводных датчиков для мониторинга параметров окружающей среды (например, CO₂, уровень шума, температура и т. д.) для улучшения экологии города и мониторинга качества воздуха с помощью беспроводных датчиков и сетей мобильных устройств для обнаружения и мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (например, датчики на смартфонах), которые позволяют людям отслеживать уровни загрязнения в реальном времени и пополнять Центральную базу данных.</p> <p>Так, калифорнийские исследователи попытались решить проблему мониторинга городских насаждений в контексте умных городов. Поскольку деревья в городских районах могут повредить кабели и вызвать отключение электричества, была разработана система динамического лазерного сканирования для обнаружения потенциально опасных деревьев в городе</p>	Берлин, Мюнхен, Генуя, Милан, Ницца, Ставангер, Эйндховен, Антверпен, Бристоль, Сантандер, Сакраменто

Сфера	Инновационные технологии	Умные города
Мобильность (перемещения)	<p>Мониторинг и связь в режиме реального времени для:</p> <ul style="list-style-type: none"> – общественного транспорта (обновление в реальном времени ожидания и т. д.); – управления парковками (обновление свободных парковочных мест в режиме реального времени и т. д.); – изучения движения (отслеживание в реальном времени трафика и предложения оптимальных маршрутов и т. д.). <p>Американские ученые из Университета Мэриленд использовали систему гибридной передачи аварийных сообщений (HEMT) через интернет транспортных средств (от англ. Internet of Vehicles) для обеспечения совместимого и масштабируемого управления.</p> <p>В Москве 180 электронных табло на главных трассах города оперативно сообщают водителям о погоде, загруженности дорог и правилах дорожного движения. Они отображают и сведения об ограничении или перекрытии движения. На сегодняшний день комплекс всех мер, связанных с развитием городского транспорта, парковочного пространства и внедрением ИТС, позволяет сохранить в столице стабильную дорожную ситуацию</p>	Берлин, Москва, Мюнхен, Сантандер, Копенгаген, Барселона, Лондон, Дели, Калькутта, Мумбаи, Ченнаи
Государственное управление	<p>Открытые платформы муниципалитетов предоставляют цифровые услуги (электронное правительство):</p> <ul style="list-style-type: none"> – государственные услуги управляются в электронном виде, способствуя общению и вовлечению граждан в общественные дела; – сбор и использование онлайн-отзывов граждан для поддержки организации решений и информирования в процессе разработки политических программ 	Эйндховен, Берлин, Мюнхен, Сантандер, Барселона, Копенгаген, Стокгольм, Москва, Санкт-Петербург
Охрана и безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – платформы с управлением вызовами, интеллектуальным картографированием, полевыми коммуникациями, отчетностью и анализом данных для получения обновленной общей операционной структуры для расширения возможностей реагирования на городские вызовы; – совместное использование и объединение сетей видеонаблюдения в режиме реального времени муниципальных учреждений с другими государственными и частными системами безопасности для выявления проблем и сотрудничества учреждений и связанного с ними персонала. – Например, индийские ученые разработали систему управления здравоохранением с использованием мониторинга в режиме реального времени для пожилых людей и инвалидов в умных городах. Эта структура снизила расходы на здравоохранение, улучшила управление контактами и обеспечила лучшее качество обслуживания 	Москва, Эйндховен, Бристоль, Лиссабон, Мумбаи
Водоснабжение	<ul style="list-style-type: none"> – умные счетчики на воду вместе с датчиками в электродвигателях, насосах, клапанах и так далее, а также программное обеспечение в сфере водного хозяйства позволяющие: – в режиме реального времени обнаружить утечки, снизить расходы на воду; – оптимизировать управление давлением для уменьшения потребления энергии и убытков; – совершенствовать точность в расчете стоимости и автоматическом выставлении счетов; – умная водная платформа для участия конечных пользователей в совершенствовании систем распределения воды, сотрудничества между поставщиками воды и конечными пользователями 	Сантандер, Барселона, Бристоль, Лион, Милан

Источники: [5; 7; 9; 14; 16; 17; 20; 21]

Вышеупомянутые аспекты инновационного управления городскими объектами входят в состав сфер умного города. Однако стоит выделить одну из сфер умного города отдельно. «Умные люди» интегрированы в каждый процесс и каждую подсистему управления концепцией «Умный город».

Поскольку люди являются основными пользователями умных устройств и услуг, улучшение условий проживания и повышение качества жизни – две основные цели умных городов [4]. Поэтому необходимо правильно планировать и проектировать эти услуги.

Люди в умных городах должны налаживать качественную коммуникацию друг с другом, чтобы обмениваться социальным опытом, в частности в сети «Интернет». «Умные граждане» должны не только взаимодействовать друг с другом через сервисы, но и предоставлять данные для этих сервисов. Например, ученые из Норвежского Университета Естественных и Технических Наук предложили краудсорсинговое погодное приложение, которое сочетает в себе анализ автоматических показаний датчиков со смартфонов и ручной ввод данных людьми для создания прогноза будущих погодных явлений [15].

Также необходимо отметить аспект инновационного управления городскими объектами без которого невозможны все дальнейшие преобразования внутри городской экосистемы – «умное государство». В настоящий момент, наиболее подходящей под это понятие, а также уже реализуемой концепцией, является цифровое правительство. Цифровое правительство – это эволюция понятия «электронное правительство», которое представляет собой технологические информационные решения на базе ИКТ, то есть оцифровкой уже существующих услуг, оказываемых гражданам. При этом государственная служба должна изменить формат работы и действовать максимально открыто, а текущая законодательная база требует изменений, поскольку законодательство, применяемое в аналоговом мире, не может быть перенесено на новую цифровую реальность. Необходимо адаптировать законодательное поле для работы в эпоху цифровых технологий.

Отечественный опыт применения концепции «Умный город»

Сегодня существуют различные классификации понятия умного города, отличия которых зависят от стран. В Европейских странах «умный город» оценивается по 33 критериям. Кроме того, было разработано множество глобальных рейтингов умных городов, которые включают различные критерии оценок.

Например, Москва в одном из самых известных рейтингов Cities in Motion Index занимает 87 место среди 174 мегаполисов мира [10]. Согласно Resonance Consultancy, в рейтинге лучших городов мира, Москва занимает 4 место [19]. В рейтинге HSE Global Cities Innovation Index российская столица заняла 8 место, а в рейтинге умных городов IMD - 56-е [8; 11].

Министерство строительства Российской Федерации разработало «Основные и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»)), при этом сам термин не определен однозначно, но указаны его основные элементы:

- услуги по вовлечению горожан в решение вопросов градостроительства;
- платформа «Цифровой двойник города»;
- умное жилищно-коммунальное хозяйство;
- цифровизация городской среды, транспорта, систем общественной и экологической безопасности [1].

Предполагается, что «Умный город» будет развиваться в 180 городах России с населением 100 тыс. человек. Разработан «IQ-индекс городов», по которому Москва на начало 2020 г. заняла 1 место среди городов с населением более 1 млн человек. По мнению экспертов, ведущая роль Москвы обусловлена хорошо подготовленной информационной инфраструктурой, финансовой безопасностью, высоким спросом на унифицированные и индивидуализированные услуги (что отражается в значительной доле услуг в структуре валового внутреннего продукта столицы). Активно развиваются: интеллектуальная транспортная система, медицинские услуги и удаленные сервисы. Департамент информационных технологий Правительства Москвы отбирает технологии для внедрения в городе, для тестирования которых создано отдельное подразделение – Smart City Lab.

В 2019 г. в Москве стартовал проект «Сбор и анализ информации с носимых устройств» на 21 строительной площадке, в рамках которого специальные устройства отслеживают передвижение рабочих по строительной площадке. В 2020 г. этот проект был расширен еще на 25 %. В результате цифрового контроля удалось избежать нарушений сроков строительства городских объектов.

Современный умный город построен на сетях LPWA (от англ. Low-power Wide-area Network – «энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия»), которые обеспечивают взаимодействие между компьютерами на больших расстояниях, что немаловажно - с минимальным потреблением энергии. К ним подключается различное

оборудование: датчики, сенсоры и т. д., которые используются, в частности, в жилищно-коммунальном хозяйстве для автоматического сбора данных со счетчиков электроэнергии и отправки их в единую систему. Согласно дорожной карте развития технологии беспроводной связи, через два года сетями LPWA должно быть охвачено 75 % крупных городов России, а к 2024 г. – почти все города и 50 % сельских поселений [2].

Внедряемые сети 5G, несмотря на то, что они потребляют большое количество энергии и обеспечивают меньшую дальность связи, чем 4G, будут использоваться там, где требуется высокая скорость передачи данных. Например, в телемедицине, для обмена данными самоуправляемых автомобилей и т. д.

По данным за 2020 г. в рейтинге городов мира по степени готовности цифровой инфраструктуры в контексте COVID-19, учитывающем среднюю скорость Интернета и доступность онлайн-сервисов, Москва заняла 7 позицию – ее совокупный показатель составил 45,5 %. На 1 месте Сингапур (92,4 %), за ним следуют Сеул (66,1 %), Пекин (52,7 %), Стокгольм (50,4 %), Шанхай (50,3 %) и Токио (47,7 %). В этом рейтинге Москва опередила такие мегаполисы, как Париж (41,5 % – 8 место), Мадрид (39,2 % – 9 место), Нью-Йорк (31,1 % – 12 место) и Лондон (30,4 % – 13 место) [6].

Практика показала, что в сложных условиях режима высокой готовности доступность онлайн-сервисов и уровень развития цифровой инфраструктуры оказались критически важными факторами успешной работы городских структур, служб экстренной медицинской помощи и систем безопасности для бизнеса и населения [3].

Это стало следствием развития и повсеместного использования технологий умного города, как результат интеллектуальных решений по созданию устойчивой городской среды с учетом интересов всех субъектов экономического и общественного пространства.

Выводы

Применение инновационных технологий в контексте умного города позволяет оптимизировать существующие сервисы и разрабатывать новые цифровые услуги, основанные на ключевых концепциях IoT, Big Data и облачных сервисах. Новые услуги UFM (например, сбор данных в режиме реального времени, непрерывный мониторинг производительности, проактивное реагирование систем, взаимодействие с пользователями через цифровые интерфейсы и т. д.) представляют собой ключевой фактор, способствующий реализации концепции умного города.

Несмотря на разнообразие подходов к внедрению ИКТ, анализируемые тематические исследования по управлению умными городами сходятся в том, чтобы предложить изменение подхода от изолированного вертикального управления к интегрированному целостному управлению. Внедрение этого интегрированного системного подхода в практику управления UFM может быть реализовано путем создания открытых платформ «Умного города», способных организовывать данные, поступающие из разнородных источников (например, датчики, метки, интеллектуальные счетчики и т. д.) в реальном времени и оптимизировать принятие решений на оперативном и стратегическом уровне.

В ходе исследования был также проведен анализ разнообразных примеров применения инновационных технологий и подходов в контексте умного города. На его основе выявлены следующие тенденции:

- использование цифровых инфраструктур ИКТ и решений IoT для повышения способности государственных органов собирать, управлять и анализировать сведения;
- активация полезной циркуляции и интегрирования информационных потоков на уровне городов, наряду со стандартизированными процессами коммуникации для обмена информацией;
- стремление к построению полноценной экосистемы в рамках концепции умного города, через обеспечение мультимодальной доступности полезных данных и цифровых услуг.

Анализируя отечественный опыт реализации идеи умного города, стоит отметить, что объем осуществленных проектов ниже, чем за рубежом. Однако, потенциал применения концепции умного города остается на высоком уровне, что в будущем позволит России занимать лидирующие позиции в различных рейтингах, посвященных данной тематике. Так, например, Москва вошла в топ-7 городов мира по готовности цифровой инфраструктуры в период пандемии COVID-19.

Библиографический список

1. Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город») (утв. Минстроем России 04.03.2019) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319635/ (дата обращения: 08.04.2021).
2. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии беспроводной связи» // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6674/> (дата обращения: 08.04.2021).
3. Курапов, Д. А., Конусова, А. А., Халимон, Е. А. Анализ и оценка мер, предпринимаемых на федеральном и региональном уровнях власти для выхода экономики России из пандемии // Вестник университета. – 2021. – № 2. – С. 109–116. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-2-109-116>
4. Халимон, Е. А., Геокчалян, А. Г. Управление экономикой с позиции научной и цифровой организаций труда // Вестник университета. – 2021. – № 2. – С. 130–135. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-2-130-135>
5. Информационные технологии в Москве. Слияние реального и виртуального. Как работает умный город? // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/smartcity/> (дата обращения: 08.04.2021).
6. Мировые города: эффективность экономической политики в период пандемии новой коронавирусной инфекции. – М.: ВШЭ, август 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/397513214.html> (дата обращения: 08.04.2021).
7. Anagnostopoulos, T., Kolomvatsos, K., Anagnostopoulos, C., Zaslavsky, A., Hadjiefthymiades, S. Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities // Journal of Systems and Software. – 2015. – V. 110. – Pp. 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.049>
8. Boos, V., Gokhberg, E., Islankina, E. et al. HSE Global Cities Innovation Index: 2020 / ed. by L. Gokhberg, E. Kutsenko. – М.: HSE, 2020. – 180 p. <http://doi.org/10.17323/978-5-7598-2343-8>
9. 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. – V. 110. – Pp. 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.041>
10. IESE Cities in Motion Index 2020 // ICT.Moscow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ict.moscow/en/research/cities-in-motion-index/> (дата обращения: 08.04.2021).
11. IMD Smart Cities Index 2020 // ICT.Moscow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ict.moscow/research/smart-city-index-2020/> (дата обращения: 08.04.2021).
12. Khalimon, E. A., Vikhodtseva, E. A., Obradović, V. Smart cities today and tomorrow – World experience // “Smart Technologies” for Society, State and Economy. ISC 2020. Lecture Notes in Networks and Systems. V. 155 / ed. by E. G. Popkova, B. S. Sergi. – Cham: Springer, 2021. – Pp. 1340–1347. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_147
13. Kumar, H., Singh, M. K., Gupta, M. P. Evaluating the competitiveness of Indian metro cities: in smart city context // International Journal of Information Technology and Management. – 2017. – V. 16, No. 4. – Pp. 333–347. <http://doi.org/10.1504/IJITM.2017.10005708>
14. Lazaroiu, G. C., Roscia, M. Definition methodology for the smart cities model // Energy, Elsevier. – 2012. – V. 47, No. 1. – Pp. 326–332. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028>
15. Niforatos, E., Vourvopoulos, A., Langheinrich, M. Understanding the potential of human–machine crowdsourcing for weather data // International Journal of Human-Computer Studies. – 2017. – V. 102. – Pp. 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.10.002>
16. Polenghi-Gross, I., Sabol, S. A., Ritchie, S. R., Norton, M. R. Water storage and gravity for urban sustainability and climate readiness // American Water Works Association. – 2014. – V. 106, No. 12. – Pp. E539–E549. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0151>
17. Talamo, C., Pinto, M. R., Viola, S., Atta, N. Smart cities and enabling technologies: influences on urban Facility Management services // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. SBE19 – Resilient Built Environment for Sustainable Mediterranean Countries. Milan, Italy, September 4–5, 2019. V. 296. – Bristol, UK: IOP Publishing. 2019. – Pp. 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/296/1/012047>
18. TEN Section Report on the “Smart Cities” Project // European Economic and Social Committee. – 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/publications-other-work/publications/ten-section-report-smart-cities-project> (дата обращения: 08.04.2021).

19. World's best cities: A ranking of global place equity // Resonance Consultancy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://media.resonanceco.com/uploads/2018/11/Resonance-2019-Worlds-Best-Cities-Report.pdf> (дата обращения: 08.04.2021).
20. Yamagata, Y., Seya, H. Simulating a future smart city: An integrated land use-energy model // *Applied Energy*. – 2013. – V. 112. – Pp. 1466–1474. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.01.061>
21. Zhu, W., Gao, D., Zhao, W., Zhang, H., Chiang, H.-P. SDN-enabled hybrid emergency message transmission architecture in internet-of-vehicles // *Enterprise Information Systems*. – 2018. – V. 12, No. 4. – Pp. 471–491. <https://doi.org/10.1080/17517575.2017.1304578>

References

1. Basic and additional requirements for Smart Cities (Smart City Standard) (approved by the Ministry of Construction of Russia dated on March 4, 2019), *Legal reference system "ConsultantPlus"*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319635/ (accessed 08.04.2021).
2. Roadmap for the development of “end-to-end” digital technology “Wireless communication technologies”, *Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation*. Available at: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6674/> (accessed 08.04.2021).
3. Kurapov D. A., Konusova A. A., Khalimon E. A. Analysis and evaluation of measures taken at the federal and regional levels of government for the exit of the Russian economy from the pandemic, *Vestnik universiteta*, 2021, no. 2, pp. 109–116. (In Russian).
4. Khalimon E. A., Geokchakyan A. G. Economic management from the perspective of scientific and digital labor organizations, *Vestnik universiteta*, 2021, no. 2, pp. 130–135. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-2-130-135>
5. Information technologies in Moscow. Merging the real and the virtual. How does a Smart City work?, *Official Portal of the Moscow Mayor and Moscow Government*. Available at: <https://www.mos.ru/city/projects/smartcity/> (accessed 08.04.2021). (In Russian).
6. World cities: The effectiveness of economic policy during the new Coronavirus pandemic, *Moscow, Higher School of Economics, August 2020*. Available at: <https://www.hse.ru/news/397513214.html> (accessed 08.04.2021). (In Russian).
7. Anagnostopoulos T., Kolomvatsos K., Anagnostopoulos C., Zaslavsky A., Hadjiefthymiades S. Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities, *Journal of Systems and Software*, 2015, vol. 110, pp. 178–192. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.049>
8. Boos V., Gokhberg E., Islankina E. et al. *HSE Global Cities Innovation Index: 2020*, Ed. by L. Gokhberg, E. Kutsenko, Moscow, HSE, 2020, 180 p. <http://doi.org/10.17323/978-5-7598-2343-8>
9. Hussain R., 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. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.041>
10. IESE Cities in Motion Index 2020, *ICT.Moscow*. Available at: <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542-E.pdf> (accessed 08.04.2021).
11. IMD Smart Cities Index 2020, *ICT.Moscow*. Available at: <https://ict.moscow/research/smart-city-index-2020/> (accessed 08.04.2021).
12. Khalimon E. A., Vikhodtseva E. A., Obradović V. Smart cities today and tomorrow – World experience, “*Smart Technologies for Society, State and Economy. ISC 2020. Lecture Notes in Networks and Systems*”, vol. 155, ed. by E. G. Popkova, B. S. Sergi, Cham, Springer, 2021, pp. 1340–1347. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_147
13. Kumar H., Singh M. K., Gupta M. P. Evaluating the competitiveness of Indian metro cities: in smart city context, *International Journal of Information Technology and Management*, 2017, vol. 16 (4), pp. 333–347. <http://doi.org/10.1504/IJITM.2017.10005708>
14. Lazaroiu G. C., Roscia M. Definition methodology for the smart cities model, *Energy, Elsevier*, 2012, vol. 47, No. 1, pp. 326–332. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028>
15. Niforatos E., Vourvopoulos A., Langheinrich M. Understanding the potential of human–machine crowdsourcing for weather data, *International Journal of Human-Computer Studies*, 2017, vol. 102, pp. 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.10.002>
16. Polenghi-Gross I., Sabol S. A., Ritchie S. R., Norton M. R. Water storage and gravity for urban sustainability and climate readiness, *American Water Works Association*, 2014, vol. 106, no. 12, pp. E539–E549. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2014.106.0151>
17. Talamo C., Pinto M. R., Viola S., Atta N. Smart cities and enabling technologies: influences on urban Facility Management services, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. SBE19 – Resilient Built Environment for Sustainable Mediterranean Countries. Milan, Italy, September 4–5, 2019*, vol. 296, Bristol, UK, IOP Publishing, 2019, pp. 012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/296/1/012047>

18. TEN Section Report on the “Smart Cities” Project, *European Economic and Social Committee*, 2017. Available at: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/publications-other-work/publications/ten-section-report-smart-cities-project> (accessed 08.04.2021).
19. World’s best cities: A ranking of global place equity, *Resonance Consultancy*. Available at: <https://media.resonanceco.com/uploads/2018/11/Resonance-2019-Worlds-Best-Cities-Report.pdf> (accessed 08.04.2021).
20. Yamagata Y., Seya H. Simulating a future smart city: An integrated land use-energy model, *Applied Energy*, 2013, vol. 112, pp. 1466–1474. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.01.061>
21. Zhu W., Gao D., Zhao W., Zhang H., Chiang H.-P. SDN-enabled hybrid emergency message transmission architecture in Internet-of-vehicles, *Enterprise Information Systems*, 2018, vol. 12, no. 4, pp. 471–491. <https://doi.org/10.1080/17517575.2017.1304578>