

## ПОРОГОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ «УМНЫХ» ГОРОДОВ

ВАК: 08.00.05

ГРНТИ: 06.03.15

**Е.В. Попов**

Российская академия народного хозяйства  
и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации,  
Екатеринбург, Россия  
AuthorID: 44798

**К.А. Семячков**

Институт экономики  
Уральского отделения  
Российской академии наук,  
Российская академия народного хозяйства  
и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации,  
Екатеринбург, Россия  
AuthorID: 937236

### АННОТАЦИЯ:

Статья посвящена исследованию проблем, связанных с определением пороговых значений цифровизации «умных» городов. Одной из таких проблем при определении уровней цифровизации городской среды и отнесения того или иного города к категории умных является то, что используемые в настоящее время в практике методы оценки не дают возможности определения того, можно ли считать оцениваемый город умным.

**Методическая база** исследования включает системный логический анализ опубликованной литературы в мировых базах данных *Web of Science* и *Scopus*. В работе выявлены основные подходы к оценке цифровизации городской среды в рамках формирования модели «умного» города, рассмотрены основные проблемы и ограничения применения конкретного подхода к оценке уровней цифровизации городской среды. Предложен авторский подход к определению пороговых значений цифровизации городской среды, основанный на симбиозе компонентного и эволюционного подходов к оценке «умных» городов. Преодоление пороговых значений цифровизации означает, что большинство операций взаимодействий между индивидами в данном городе осуществляется только на основе цифровых технологий.

Теоретической основой для определения пороговых значений цифровизации городской среды выступает матрица оценки развития «умных» городов.

**Теоретическая значимость** проведенного исследования состоит в развитии подходов к оценке уровней цифровизации современных городов. **Практическая значимость** исследования заключается в формировании возможных будущих исследований разумного хозяйствования в условиях цифрового общества.

**БЛАГОДАРНОСТИ:** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 20-010-00333.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** «умный» город, цифровизация, оценка, инновационное развитие, модель, городская среда, цифровое общество.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Евгений Васильевич Попов** — доктор экономических наук, профессор; Уральский институт управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66); [eropov@mail.ru](mailto:eropov@mail.ru). ORCID: 0000-0002-5513-5020.

**Константин Александрович Семячков** – кандидат экономических наук; Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, Россия, Екатеринбург, ул. Московская, 29); Уральский институт управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66); k.semyachkov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0998-0183.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Попов Е.В., Семячков К.А. (2021). Пороговые значения цифровизации «умных» городов // Муниципалитет: экономика и управление. № 2 (35). С. 11–26.

### Введение

Современные города сталкиваются с множеством проблем в экономической, экологической, социальной плоскости, которые затрудняют их развитие и оказывают негативное влияние на качество жизни населения урбанизированных территорий, замедляют экономический рост и развитие территорий [1]. Проблематика формирования устойчивых городских территорий с целью активизации процессов экономического развития достаточно объемно описана в современных исследованиях, однако влияние цифровых инноваций на развитие городов поднимает новые вопросы, которые требуют подробного изучения [2]. Взрывной рост популярности мобильного интернета, мобильных приложений и смартфонов, расширение возможностей подключения устройств и интернета вещей, а также снижение стоимости цифровых решений определяют новые тенденции в развитии современных городов [3]. Если совсем недавно процессы цифровизации связывались с внедрением умных решений на отдельных предприятиях или автоматизацией производственных процессов, то в настоящее время такие процессы затрагивают более крупные и комплексные социально-экономические системы, к примеру, города [4]. В таких условиях местные власти сталкиваются с новыми вызовами, связанными с использованием цифровых технологий в управлении городской средой, необходимостью формирования эффективных механизмов принятия решений в условиях быстрых темпов развития цифровых технологий. В этих новых условиях городские власти должны переосмыслить способы взаимодействия с заинтересованными сторонами в рамках развития современных городов [5]. Все чаще эффективность коммуникаций в рамках решения городских проблем связывается с использованием цифровых технологий, которые позволяют координировать

усилия и аккумулировать ресурсы для достижения общегородских целей, снижать издержки и формировать базы знаний при решении проблем [6]. Новые наборы показателей, основанные как на качественных, так и на количественных исследованиях, могут предоставить полезные рекомендации в достижении этой цели. Эти вопросы связаны с постоянно развивающейся концепцией умных городов. Несмотря на то, что это понятие остается расплывчатым, оно имеет большой потенциал для определения некоторых конкретных проблем, с которыми города сталкиваются сегодня, и дает новые способы осмысления потенциальных проблем будущего [7, 8].

В современной литературе нет единого мнения, какой город можно считать умным. Существует множество определений для обозначения этого феномена, каждое из которых подчеркивает тот или иной аспект умного города, будь то технологическая составляющая, человеческий капитал или экологическое благополучие. Все чаще исследования умных городов связывают с рассмотрением широкого круга вопросов и проблем городского развития, решением которых выступают цифровые технологии [9]. В практическом плане, в настоящее время уже предприняты попытки по созданию определенных решений, моделей и механизмов, способствующих развитию городских территорий на основе концепции умного города. Обычно они предлагают набор ключевых компонентов умного города и инструменты для оценки множества возможностей города, когда он пытается стать умнее. С теоретической точки зрения литература по цифровизации системы управления городской средой, местному самоуправлению и городским инновациям может помочь понять, что такое умный город и каковы его основные компоненты или какими они должны быть [10]. При этом стоит отметить, что несмотря на рост числа исследований

в области развития городской среды в условиях цифровизации, значительное число проблем развития современных городов остаются не решенными. В частности, один из фундаментальных вопросов, который остается без ответа, заключается в том, какой из городов может считаться по-настоящему умным. С теоретической точки зрения, как уже отмечалось выше, каждый из исследователей дает свое определение умного города, выделяя те или иные аспекты умного развития, кажущиеся главными для него. С практической точки зрения, такие определения не представляют значительной пользы, поскольку не позволяют существенным образом дифференцировать города по степени их умности, определить пороговые значения цифровизации тех или иных городов, что существенно осложняет эмпирическую оценку и градацию городов по степени умности. Таким образом, целью настоящего исследования является систематизация методов определения пороговых значений цифровизации умных городов на основе авторской матрицы показателей их развития.

Концепция умных городов поднимает множество важных вопросов [11]. Например, пока не ясно, станет ли город умным, если в своем развитии будет опираться на теоретические концепции и стремиться к соответствию определениям умного города, а также использовать некоторый набор показателей для оценки результативности цифровизации городской среды. Нет ответа и на вопрос, каким образом реализация шагов по достижению целей умного развития способствует повышению качества жизни городского населения. Хотя цифровизация отдельных аспектов городской среды приводит к очевидным результатам в развитии современных городов, однако вопрос о том, насколько важны такие изменения для большинства жителей города, остается без ответа. Это объясняется множеством факторов, сопровождающих реализацию проектов по цифровизации городской среды, в том числе определенной субъективностью при отборе того или иного проекта для его дальнейшей реализации, сложностью организации структуры городского хозяйства, множеством различных групп населения, экономическими, экологическими и дру-

гими особенностями реализации проектов умного города в рамках конкретной территории. При этом становится все очевидней, что большинство услуг, социальных коммуникаций, межфирменных взаимодействий и других видов активностей переходят в цифровую среду. Таким образом, для формирования благоприятных условий социально-экономического развития, современные города должны развиваться в направлении цифровизации, обеспечивая необходимый уровень использования цифровых решений в различных аспектах городской среды.

### **Теоретическое описание пороговых значений цифровизации городов**

На протяжении всей своей истории города претерпевали значительные преобразования и изменения под воздействием экономических, технологических и других факторов. В современных условиях важнейшим фактором преобразования социально-экономических систем и активизации процессов экономического роста является цифровизация разнообразных аспектов общественной деятельности, внедрение искусственных интеллектуальных систем в различные сферы, принятие решений на основе большого числа данных. Эти процессы все больше изменяют основы функционирования современных городов [12, 13]. Фактически, анализируя и исследуя развитие современных городов в контексте применения модели умного города, современные исследователи выделяют несколько групп вопросов, являющиеся ключом для понимания умного развития современных городов. Первая группа вопросов связана с поиском ответа, что представляет собой умный город, какой город можно назвать по-настоящему умным. Второй круг вопросов связан с тем, какие цели решает модель умного города. Третья группа вопросов связана с возрастающей ролью цифровых данных в процессах управления современными городами. По мнению некоторых экспертов, накопление больших объемов данных, их использование в вычислениях и алгоритмах, может потенциально генерировать более проницательные, полезные, точные или правдивые результаты, чем специалисты или эксперты в предметной области, которые традиционно разрабатывают тщательно продуманные гипотезы и исследу-

довательские стратегии. Таким образом, использование данных - или, если быть точнее, количество данных - стало основным отличием между умным городом и тем, что ему предшествовало. Четвертый круг вопросов связан с тем, кто заинтересован в реализации проектов умного города, и на решение чьих проблем эти проекты направлены. В этой связи можно выделить пять групп заинтересованных сторон, у каждой из которых есть свои интересы, формы участия, возможности и обязанности. Первая группа заинтересованных сторон представляет крупные технологические компании, которые разрабатывают, производят и продают большую часть технической инфраструктуры. Вторая группа объединяет местные власти, которые стремятся извлечь выгоду из сбора и анализа данных для улучшения муниципальных услуг. Третья группа формирует кластер стартапов и городских активистов, которые используют публично доступные данные для широкого спектра приложений сообщества. Четвертая ключевая группа объединяет городских жителей, пользующихся благами цифровизации. Пятая группа заинтересованных сторон представляет собой ученых, которые разрабатывают теории, методы и технологии, позволяющие развивать умные города и реализовывать проекты в области цифровизации городской среды [14]. В целом можно отметить, что идея развития умных городов завоевала бы большую популярность в том случае, если результаты ее реализации были бы очевидны для значительного числа заинтересованных сторон и оказывала бы положительное практическое воздействие на уровень жизни местного населения. Таким образом, целеполагание, направленное на решение проблем жителей города, является основой для реализации концепции умного развития [15].

За последнее десятилетие интеллектуальные решения начали внедряться в различные аспекты городского хозяйства, формируя при этом платформу для развития городов на новых технологических, организационных, социальных, экономических, экологических принципах [16]. Концепция умного города стала актуальной идеей для преобразований в контексте возрастающих вызовов, которая завоевывает все большее внимание среди ученых, спе-

циалистов по городскому планированию, городских администраций, компаний по развитию городов и недвижимости, а также технологических компаний. Несмотря на то, что в настоящее время предпринимаются активные попытки для создания умных городов, достаточно сложно предположить, что эталонный умный город будет когда-либо создан. Во-первых, это связано с тем, что городская среда представляет собой сложное сочетание множества элементов, которые не представляется возможным полностью оцифровать. В значительной степени, при формировании модели умного города можно говорить о конечном числе направлений городской среды, которые могут быть оцифрованы. Во-вторых, практическая сложность реализации полноценной модели умного города заключается в существовании множества сдерживающих факторов экономического, организационного, кадрового характера, что накладывает свои ограничения на процессы цифровизации городской среды. Таким образом, с нашей точки зрения, модель умного города может рассматриваться в двух плоскостях: теоретической, описывающей общие подходы или фреймворк (англ. *framework*) для процессов цифровизации городской среды, а также практической, которая наполняет теоретическую основу определенным инструментарием, механизмами реализации, способами оценки и конкретными наборами показателей.

Как показывает практика, одним из наиболее распространенных подходов к оценке умных городов является подход, заключающийся в отборе определенного числа показателей, характеризующих уровень развития умного города, а также сравнение ряда городов по этим показателям. Таким образом города ранжируются по их уровню «умности». В этом случае процесс оценки развития умного города связан с определением направлений цифровизации, а также отбором показателей, которые характеризуют данные направления. В настоящее время известно множество наборов показателей, разработанных государственными и частными организациями, технологическими компаниями, научным сообществом, которые используются для оценки развития умных городов. Например, в ка-

честве оценки умной экономики могут быть использованы такие составляющие, как уровень конкурентоспособности, инновационная активность, уровень развития предпринимательства, производительность труда, степень международной интеграции и другие показатели. В рамках умного управления оцениваются участие граждан в процессах принятия решений, политические стратегии и перспективы, общественные и социальные услуги, степень прозрачности принимаемых решений. В качестве оценки умной окружающей среды исследуются направления обеспеченности природными ресурсами, привлекательность природных условий, уровень загрязнения окружающей среды. При оценке направления, связанного с населением и местными сообществами, оценивается социальный и человеческий капитал, включая уровень образования и квалификации населения, масштаб использования цифровых технологий в социальной сфере, например, в образовательных целях, в области здравоохранения и другие показатели. Умная мобильность подразумевает оценку транспортной системы с позиции традиционных показателей, например, обеспеченность транспортными средствами определенных территорий и их доступность для населения, так и с позиции использования цифровых инновационных технологий в транспортной системе, например, умные остановки, умные светофоры и другие инновации. Умная городская среда оценивается по таким критериям, как качество жизни местного населения, обеспеченность территорий объектами культуры, здравоохранения, образования, туристическая привлекательность территории.

Несмотря на достаточную разработанность темы оценки умных городов с позиции различных индикаторов, в настоящее время отсутствует четкое понимание того, какой уровень тех или иных индикаторов соответствует понятию умного города. Как отмечается в некоторых исследованиях, город уже можно считать умным в каком-либо направлении, если у города существуют данные по достижению определенных показателей в какой-то сфере цифровизации городской среды. При этом отсутствие информации по определенному направлению цифровизации городской среды означа-

ет, что город не считается умным в этом направлении [17]. Особенностью данного подхода в силу его относительности (т.е. уровень умности города определяется на основе сравнения показателей города с показателями схожих городов) является то, что данный подход не определяет пороговых значений, которые характеризуют уровень умности для всех городов, а позволяет лишь ранжировать определенную выборку городов по определенным критериям цифровизации городской среды. На основе такого подхода можно обозначить определенный уровень умности для городов, входящих в исследуемую выборку. Зачастую такое сравнение производится определением некой средней величины, превышение которой отдельным городом свидетельствует об его умности. Таким образом можно определить некоторое пороговое значение уровня цифровизации для рассматриваемой выборки городов. В целом такой подход полезен тем, что позволяет выявлять закономерности в развитии однородных городов, выявлять факторы, способствующие развитию территории в плане реализации инициатив умного города. Рассмотренные особенности оценки развития умных городов позволяет назвать его относительным методом, в том смысле, что оценка определенного города по уровню его цифровизации происходит относительно других городов. Использование набора показателей цифровизации городской среды позволяет сравнить различные города по степени их цифровизации. Кроме того, такой подход может использоваться в динамике, т.е. показывать динамику процессов цифровизации городской среды.

Опыт реализации проектов по цифровизации городской среды показывает, что эффективным подходом для реализации таких проектов в вопросах согласования интересов различных заинтересованных сторон является механизм государственно-частного партнерства, а также привлечение научных организаций и университетов для реализации таких проектов. Кроме того, важным условием успешной реализации проектов является учет опыта других городов при реализации схожих проектов, а также поддержка таких проектов на государственном уровне [18]. С другой стороны, раз-

витие умных городов требует участия отдельных граждан и сообществ в реализации программ умных городов, определяют приоритеты и задачи городского развития. В этой связи необходимо развитие инструментов, способствующих реализации инициатив местного самоуправления и доверия в обществе [19]. Важными проектами в этой связи являются проекты по развитию местных сетевых сообществ, способствующих реализации гражданских инициатив, а также местные ассоциации и группы, университеты и предприятия, которые объединяются для реализации проектов в области цифровизации городской среды.

Важную роль в процессах развития умных городов играют экономические преобразования, направленные на формирование конкурентоспособной экономики, опирающейся на современные цифровые технологии. Экономические преобразования современных городов, вызванные использованием цифровых технологий в различных областях общественной жизни, могут затрагивать различные аспекты, связанные и с созданием новых высокопроизводительных рабочих мест, и развитием инноваций в цифровой сфере, и снижением издержек, достигаемым за счет использования цифровых технологий. Все эти аспекты в той или иной степени создают основу развития экономики в условиях цифрового общества [20]. Гуманитарная направленность проектов умного города связана с цифровизацией сферы культуры, повышением доступности изучения культурных особенностей той или иной территории. В целом можно отметить, что современные цифровые технологии играют важную гуманитарную роль в современном обществе, являясь средством для передачи знаний в различных областях, играя при этом все более очевидную роль фактора развития человеческого капитала. Еще одним направлением, которое связано с цифровизацией городской среды, является развитие цифровой инфраструктуры умного города. Опыт реализации инициатив в области умных городов показывает, что это важнейшее направление, требующее значительных инвестиций в рамках развития современных городов. Современные города все чаще стремятся реализовать идеи в области эффективной городской

инфраструктуры, направленной на снижение количества используемых ресурсов, создание современной энергетической сети, телекоммуникаций, централизованного теплоснабжения [21]. В большинстве случаев реализация подобных инициатив в различных направлениях развития умных городов происходит благодаря выполнению проектов умного города. Таким образом, разделение городов по степени их цифровизации происходит благодаря анализу реализованных проектов по цифровизации городской среды, а пороговыми значениями цифровизации является число проектов, реализованных тем или иным городом. Данный подход к определению пороговых значений на основе анализа реализованных инициатив можно назвать проектным (компонентным) методом оценки. Таким образом, исследуя опыт цифровизации ряда городов, можно сделать вывод, что реализация модели умного города, или повышение умности городской среды связано с реализацией проектов в ряде направлений, таких как экономика, экология, управление, социальная сфера [22]. Определение пороговых значений цифровизации городской среды связано с реализацией определенных проектов в различных направлениях, а определение того, можно ли назвать данный город умным или нет, связано с тем фактом, был ли реализован тот или иной проект по цифровизации городской среды.

Результаты анализа значительной части публикаций в области проблем цифровизации городской среды свидетельствуют о том, что многие кейсы реализации концепции умного города связаны с прохождением ряда этапов, характеризующие процессы от целеполагания до внедрения конкретных цифровых решений в систему хозяйствования современных городов [23]. В рамках реализации идей по цифровизации, современные города проходят ряд фаз развития, начиная от формирования институциональной среды и подготовки инфраструктуры, до внедрения инновационных решений в городское хозяйство. Важным элементом этого этапа является согласование четких целей, приоритетов и возможностей, которыми обладают заинтересованные стороны, участвующие в реализации инициатив по цифровизации городской среды [24]. Каж-

дый этап и характеризующие его особенности и решения тестируются на начальном этапе. В конце периода тестирования полученные результаты анализируются, и лучшие инициативы рассматриваются для последующего этапа широкомасштабной реализации. В рамках реализации того или иного этапа реализации модели умных городов крайне важными являются аспекты, связанные с коллективными усилиями участников, экономической жизнеспособностью принимаемых решений, внедрением технологических и социальных инноваций, диффузией знаний. Важным условием эффективного обмена знаниями при реализации инициатив по цифровизации городской среды является активное участие населения в процессах коммуникации и принятия решений, поскольку внедренные технологии бесполезны без их принятия со стороны значительной части городской общественности. Важным условием реализации этапности при формировании и развитии умного города является определение организации, способной согласовать все этапы реализации концепции умного города. Такая структура может иметь разветвленную структуру с конкретными ролями и обязанностями: фокус-группа; спонсорская группа; коммуникационная группа; проектная группа; и рабочая группа и т.д. Идея этапности при цифровизации городской среды связана с фазами развития городов при формировании цифрового общества.

Как показывает практика, современные города прошли несколько этапов, начиная от информационного города, далее цифрового и на современном этапе, как последняя фаза цифровизации, идет попытка формирования умных городов. Если для информационного города характерны такие особенности, как предоставление информационных ресурсов для пользователей, создание информационных ресурсов в отдельных направлениях и сферах городского хозяйства, то для цифровых городов уже характерно вовлечение населения в цифровую среду города, создание интерактивных систем, позволяющих формировать принципы взаимодействия различных заинтересованных сторон в цифровой среде. Основой для такой трансформации цифровой среды стало развитие концепции *Web 2.0*, на основе которой ста-

ли формироваться современные особенности сетевых взаимодействий. Этап, связанный с формированием умных городов, связан с внедрением интеллектуальных решений в цифровую среду современных городов, использование систем искусственного интеллекта, которые позволяют исключить необходимость участия человека в процессах принятия решений. Таким образом, такой подход, связанный с прохождением ряда этапов цифровизации городской среды, а также определяющий умный город как город, использующий определенные интеллектуальные решения в процессах функционирования различных компонент городской среды, можно назвать эволюционным методом оценки. Соответственно, такой подход к определению умного города позволяет определить те пороговые границы, переход которых позволяет определить умный город [25].

Опыт развития современных умных городов показывает, что эффективность процессов цифровизации зависит от инструментария планирования реализации будущих решений. Инструментарий планирования развития умных городов в большинстве случаев связан с разработкой стратегии развития территории на основе использования цифровых технологий, а также интеграцию этой стратегии в общий план территориального развития. Исходя из целей и задач развития территории в условиях цифровизации, местные органы власти разрабатывают набор показателей, которые должны быть достигнуты в ходе реализации стратегии умного города. Эти действия выполняются с использованием процедуры, установленной на этапе планирования, и позволяют установить, дали ли предпринятые действия положительный результат, пересмотреть расстояние до конечной цели с точки зрения достигнутых результатов. Кроме того, распространенным является подход, когда стратегия развития умного города управляется динамически. Различные этапы никогда не закрываются окончательно, но подвергаются непрерывному процессу обзора и корректировки, направленного на улучшение структуры и функционирования стратегии [26]. Таким образом, реализуя стратегию умного города и производя цифровизацию различных

Таблица 1 – Матрица оценки развития умного города

Этапы	Компоненты					
	Умная экономика	Умная городская среда	Умное управление	Умные люди	Умная окружающая среда	Умная мобильность
Институты развития умного города ( <i>Institutions</i> )	InsEc	InsSl	InsGo	InsPe	InsEn	InsMo
Формирование инфраструктуры ( <i>Infrastructure</i> )	InfEc	InfSl	InfGo	InfPe	InfEn	InfMo
Системы коммуникаций ( <i>Intranet</i> )	IntEc	IntSl	IntGo	IntPe	IntEn	IntMo
Интеграция данных на цифровых платформах ( <i>Integration</i> )	IngEc	IngSl	IngGo	IngPe	IngEn	IngMo
Взаимодействие пользователей и технических систем ( <i>Interfaces</i> )	IfcEc	IfcSl	IfcGo	IdcPe	IfcEn	IfcMo
Развитие инноваций ( <i>Innovations</i> )	InnEc	InnSl	InnGo	InnPe	InnEn	InnMo
Использование инноваций ( <i>Implementation</i> )	ImpEc	ImpSl	ImpGo	ImpPe	ImpEn	ImpMo

аспектов городской среды можно сказать, что город повышает свою привлекательность с точки зрения экономических и социальных аспектов. При этом достижение пороговых значений по цифровизации, закрепленных в стратегии развития, свидетельствуют о том, что конкретный город переходит в категорию умных городов. Проблема заключается в том, что стратегия развития конкретного города чаще всего формируется на местном уровне, с учетом особенностей, проблем и возможностей конкретного города. Таким образом формируется и набор показателей, которые должны быть достигнуты вследствие реализации стратегии цифровизации городской среды. При этом такой подход в полной мере не отвечает на вопрос, относится ли данный город к категории умных, поскольку в данном случае его показатели цифровизации не сравниваются с показателями других городов, а лишь сравниваются с плановыми показателями, которые были утверждены в стратегии цифровизации данного города. Исходя из этого, данный подход к определению пороговых значений цифровизации на основе плановых показателей можно назвать субъективным методом в том смысле, что границы цифровизации городской среды устанавливаются местными властями на основе принятия стратегии цифровизации.

Развитие территорий на принципах концепции умного города достаточно многогранная задача, требующая анализа множества аспектов. С нашей точки зрения, для более эффективного процесса развития умного города,

а также достигнутых результатов, необходимо использовать комбинацию известных подходов к процессам цифровизации городской среды. В этой связи нами разработана матрица цифровизации городской среды, объединяющая в себе эволюционный и компонентный подходы (таблица 1). Такой комбинированный или матричный метод позволяет оценить эволюцию развития умного города, и его основные характеристики [27].

В целом, с нашей точки зрения, матричный подход к оценке развития умных городов на основе оценки этапов их формирования, а также изучения компонент умного города, в большей степени отвечает задачам таких исследований и является более комплексным и адекватным в случаях анализа функционирования умных городов. При этом принимая во внимание неоднородность определений и практического инструментария развития умных городов, количественная оценка степени интеллектуальности городов является сложной задачей. Среди основных проблем и ограничений, связанных с количественной оценкой цифровизации городской среды можно отметить ряд аспектов, затрудняющих процессы выработки адекватного инструментария для разработки единого подхода к определению того, какой город может считаться по-настоящему умным, каковы критерии отнесения того или иного города к категории умных городов, как определять пороговые значения цифровизации городской среды, переход которых означал бы, что город можно считать умным.

Во-первых, к таким ограничениям относится произвольный выбор показателей, которые используются для оценки уровня цифровизации городской среды. Множество различных методик оценки затрудняет выработку единого подхода на основе определенного набора критериев, который бы стал основным при оценке цифровизации городской среды.

Во-вторых, сложность выработки адекватного подхода к оценке уровня цифровизации городской среды заключается в многообразии современных городов, их социальных, экономических, демографических, экологических, географических и других различиях. Вследствие многообразия существующих городов задача их сравнения на основе единого подхода представляется трудновыполнимой.

В-третьих, сложность оценки уровня цифровизации современных городов объясняется тем, что цифровые технологии, применяемые в рамках развития городской среды, постоянно развиваются, поэтому подходы, применяемые для их оценки, также должны меняться с течением времени.

В-четвертых, оценка процессов цифровизации городской среды затрудняется из-за того, что в настоящее время исследования цифровизации городов зачастую строятся на данных из множества непроверенных источников, надежность которых остается под вопросом. Такая проблема, в частности, характерна и для исследования российских городов, по которым отсутствует большая часть статистических показателей использования цифровых технологий.

В-пятых, проблема оценки процессов цифровизации усугубляется тем, что в настоящее время не разработан методологический аппарат оценки уровней цифровизации, в значительной степени отсутствуют процедуры нормализации, взвешивания, агрегирования показателей цифровизации городской среды.

Кроме того, в значительной части рейтингов и исследований, посвященных цифровизации городской среды, отсутствует прозрачность предоставляемых расчетов и показателей, что затрудняет проведение схожих исследований на других выборках городов.

Концепция умного города предназначена не только для создания новых целостных систем в

рамках функционирования современных городов, но также и для повышения эффективности функционирования уже действующих систем за счет их адаптации к условиям функционирования в условиях цифровизации [28]. Таким образом результативность использования цифровых систем в городских условиях должна измеряться не тем, насколько современными или дорогими являются технологии, а тем, насколько повысится уровень жизни граждан, каким образом повысится качество городской среды, насколько эффективней будут использоваться имеющиеся ресурсы, насколько улучшится качество окружающей среды. Такой подход достаточно нов для исследователей умных городов. Если более ранние исследования в большей своей части фокусировались на необходимости внедрения новых технологий, то в настоящее время преобладающим моментом цифровизации становится эффективность внедряемых решений.

Идеи о необходимости по-новому взглянуть на концепцию умных городов и поставить во главу угла те эффекты, которые достигаются благодаря внедрению цифровых решений, необходимо развивать на основе новых взглядов на городскую среду в целом, а также на ее отдельные аспекты. Во-первых, в этой связи, необходимо понимание того, что в ближайшее время будет наблюдаться растущий спрос на все виды городских ресурсов, вызванный процессами урбанизации и ростом численности населения современных агломераций. Во-вторых, ввиду комплексности взгляда на развитие современных городов, усиливаются требования к разработке интегрированных решений в различных направлениях городского хозяйства. Максимальный эффект от внедрения цифровых решений будет наблюдаться в том случае, если цифровые подсистемы будут связаны в единую систему управления городской средой. В-третьих, в рамках формирования общего подхода к цифровизации городской среды, результатом которого является достижение результатов в экологической, экономической и других сферах, важны является обеспечение доступности широкого круга заинтересованных сторон, в первую очередь граждан, к базовым технологиям цифровой экономики (речь идет об интернете, электрон-

ной почте и т.д.), чтобы не возникало ситуации, когда недоступность этих технологий становится серьезной преградой для получения выгоды для значительной части населения. Еще одним важным аспектом, на который необходимо обратить внимание, является аспект, связанный с поиском баланса в вопросах регулирования цифровой экономики. Несмотря на то, что основным принципом развития цифровой экономики является принцип свободного обмена информацией и данными, в ряде случаев, когда безопасность граждан находится под угрозой, необходимо применять адекватные меры по регулированию цифровой среды. По сути, все системы должны иметь возможность безопасно обмениваться доступными данными и использовать их для выработки комплексных ответов устойчивого развития современных городов, в котором граждане будут иметь лучшее качество жизни в более удобных, эффективных и продуктивных местах. В целом идея развития умного города должна основываться на долгосрочном видении, людях и процессах как основных движущих силах [29].

#### **Процедура исследования**

**Объект** исследования — процессы формирования умных городов, **предмет** исследования — экономические отношения по формированию умных городов, метод исследования — системный логический анализ опубликованной литературы. Информационная база — мировые базы данных *Web of Science*, *Scopus*. Алгоритм исследования — анализ научной литературы в международных базах цитирования. На основе анализа научных источников выделены различные типы пороговых значений, отмечены их достоинства и недостатки при оценке развития процессов цифровизации различных аспектов современных городов.

#### **Результаты исследования**

Для обсуждения результатов сведем различные подходы к определению пороговых значений уровней цифровизации в единую таблицу, проанализируем плюсы и минусы рассматриваемых подходов.

Анализ таблицы 2 показывает, что используемые для оценки уровней цифровизации методы обладают как своими плюсами, так и минусами. В целом можно отметить тот факт,

что в силу особенностей цифровизации городской среды, сложности системы городского хозяйства, многоаспектностью и разнообразием используемых цифровых технологий, среди основных особенностей известных подходов к оценке уровней цифровизации можно отметить их субъективность, относительность, многокомпонентность (в том смысле, что оценке подвергаются различные компоненты городской среды), а также определенную этапность.

Также стоит отметить, что выбор того или иного метода оценки цифровизации зависит от конкретных целей и задач исследования, а также от того, кто проводит оценку цифровизации городской среды. Если той заинтересованной стороной, которая проводит оценку, являются местные власти, то уровень цифровизации и его пороговые значения устанавливаются исходя из имеющихся возможностей и ограничений, а также приоритетов развития городской среды. В то же время, если основная цель заключается в сравнении определенной выборки городов, для определения пороговых значений цифровизации и кластеризации городов по уровню использования цифровых технологий используется относительный подход, позволяющий оценить некий уровень порогового значения (чаще всего на основе средних показателей выборки), которые позволяют ранжировать города по уровню их цифровизации.

Новизна полученных результатов заключается в выявлении и систематизации основных подходов к определению пороговых значений цифровизации городской среды. Теоретическая значимость заключается в выявлении плюсов и минусов рассмотренных подходов. Практическая значимость заключается в проведении дальнейших исследований в области развития подходов к определению пороговых значений цифровизации современных городов.

#### **Обсуждение результатов**

Современные тенденции развития территорий свидетельствуют о том, что все чаще цифровые технологии, используемые в различных аспектах социально-экономической деятельности, становятся ключевым фактором развития данных территорий, активизации процессов экономического роста [30]. Концепция

Таблица 2 – Методы определения пороговых значений цифровизации умных городов

Методы	Достоинства	Недостатки
Относительный	Позволяет ранжировать города по уровням цифровизации, выявлять пороговые значения на основе количественных показателей (обычно это среднее значение по рассматриваемой выборке)	Процедура ранжирования городов не всегда прозрачна; данный подход не позволяет ранжировать города различного типа ввиду отсутствия данных. Отсутствуют методики обработки данных, позволяющие сравнивать уровни цифровизации городов корректным образом. Данный подход позволяет исследовать выборку однотипных городов.
Проектный (компонентный)	Данный подход позволяет определить город умны исходя из анализа тех проектов по цифровизации городской среды, которые реализованы в городе. Количественный анализ того или иного города по количеству реализованных проектов позволяет определить пороговые значения цифровизации.	Сравнение городов по количеству реализованных проектов в области цифровизации не позволяет однозначно отнести тот или иной город к категории умных, а также однозначно определить пороговые значения цифровизации, поскольку наряду с количественным анализом, важно оценивать и качественные характеристики проектов.
Эволюционный	Данный подход позволяет отнести тот или иной город к категории умных, если в рамках функционирования отдельных направлений городской среды используются смарт-технологии.	Быстрое развитие цифровых технологий не дает однозначного понимания того, какие решения можно отнести к категории смарт-решений, а какие нет. Быстрое устаревание технологий и их замещение новыми создает трудности для определения границ, определяющих категорию умных городов.
Субъективный	Данный подход позволяет сформулировать собственное понимание умного города, определить те критерии и границы, достижение которых будет свидетельствовать о том, что город можно считать умным.	Пороговые значения цифровизации, позволяющие отнести город к категории умных, устанавливаются на основе имеющихся ресурсов, возможностей и ограничений местными властями, без сравнения с другими городами, что не позволяет судить о том, что город является действительно умным относительно других городов.
Матричный	Такой подход позволяет оценить уровни цифровизации городов как с учетом этапности цифровизации городской среды, так и с учетом формирования отдельных компонент умной городской среды (умная экономика, умное управление, умная мобильность и т.д.). Согласно данному подходу, к умным городам можно отнести города, показатели цифровизации которых превышают 50 % от максимального значения.	Такой подход не устанавливает конкретных пороговых значений цифровизации, превышение которых означало бы то, что город можно отнести к категории умных. Таким образом данный подход также не избавлен от некоторого субъективизма.

умных городов и регионов завоевывает все большее внимание среди общественности, научных кругов, властных структур и становится ориентиром для развития в ближайшем будущем [31]. Вместе с тем, определяя ряд ориентиров в развитии территорий, концепция умных городов остается достаточно размытым инструментом развития в практическом плане. Идеи о применении цифровых технологий в различных аспектах городской среды не дают определенного ответа на ряд важных вопросов, среди которых определение тех пределов цифровизации, достижение которых будет свидетельствовать о том, что город переходит в категорию умных городов. Преодоление пороговых значений цифровизации означает, что

большинство операций взаимодействий между индивидами в данном городе осуществляется только на основе цифровых технологий. Кроме того, не всегда понятно, насколько эффективно применение цифровых технологий в тех или иных аспектах развития современных городов, как оценить показатели этой эффективности. С нашей точки зрения, при определении пороговых значений цифровизации должна учитываться и экономическая эффективность данного процесса. Другими словами, если отношение выгод и затрат на цифровизацию определенных аспектов городской среды превышает 1, то сохраняется экономическая целесообразность по реализации проектов цифровизации этого аспекта городской среды. Од-

нако можно предположить, что в определенный момент затраты на цифровизацию превысят те выгоды, которые будут получены вследствие цифровизации. Таким образом отношение выгод и затрат будет меньше 1. Теоретически можно предположить, что точка, где выгоды и затраты на цифровизацию определенных направлений в городской среде равны 1 и есть тот предел экономической эффективности, когда процессы цифровизации становятся излишними и слишком затратными, что свидетельствует о достижении определенного порогового значения цифровизации городской среды. Хотя такие рассуждения о поиске пороговых значений и пределов цифровизации городской среды носят теоретический характер, важность учета экономических аспектов при определении пороговых значений умных городов не вызывает сомнений. В этой связи, с нашей точки зрения, можно отметить, что наиболее умным можно считать город, который достигает максимальных эффектов (экономических, социальных, экологических и т.д.) при использовании ограниченных ресурсов в ходе реализации проектов по цифровизации городской среды.

Обобщение подходов к оценке уровней цифровизации современных городов показывает, что в настоящее время отсутствует признанный способ оценки пороговых значений цифровизации. Распространенными являются принципы субъективизма, относительности при рассмотрении развития умных городов. Это объясняется сложностью самого предмета исследования, быстрым развитием цифровых технологий, множеством заинтересованных сторон и бенефициаров, участвующих в процессах реализации проектов умных городов. Поэтому различные подходы, обобщенные нами, используются в разных случаях при решении определенного круга задач. С нашей точки зрения, при оценке пороговых значений цифровизации городской среды, определении пределов цифровизации, преодоление которых позволяет говорить о том, что город достиг категории умных городов, необходимо использовать комбинацию известных подходов. Например, при определении стратегии циф-

ровизации городской среды, необходимо учитывать и опыт других схожих городов, которые уже достигли определенных результатов. Таким образом, можно использовать относительный подход для сравнения схожих городов. Кроме того, при исследовании процессов цифровизации необходимо учитывать экономические аспекты, в том числе эффективность проектов, а также влияние процессов цифровизации на повышение качества жизни граждан. С нашей точки зрения нельзя называть город умным только из-за того, что он достиг определенных уровней цифровизации. По-настоящему умным можно назвать тот город, в котором проекты цифровизации реализуются на принципах экономической и социальной эффективности.

### **Заключение**

В настоящем исследовании, проведенном с целью систематизации подходов к определению пороговых значений цифровизации умных городов, получены следующие теоретические и практические результаты.

Во-первых, в работе показана и обоснована важность оценки уровней цифровизации современных городов.

Во-вторых, обобщены основные подходы методы определения уровней цифровизации современных городов, выявлены достоинства и недостатки рассмотренных подходов.

В-третьих, предложен авторский подход на основе матрицы оценки умных городов, согласно которому к категории «умных» можно отнести города, превышающие 50 % по основным направлениям цифровизации. Преодоление пороговых значений цифровизации означает, что большинство операций взаимодействий между индивидами в данном городе осуществляется только на основе цифровых технологий.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии теоретических аспектов оценки уровней цифровизации городской среды. Практическая значимость исследования заключается в формировании возможных будущих исследований по разработке методик оценки уровней цифровизации городской среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е.В., Семячков К.А. (2020). Умные города : монография. Москва: Издательство Юрайт. 346 с.
2. Ristvej J., Lacinák M., Ondrejka R. (2020). On Smart City and Safe City Concepts, *Mobile Networks and Applications*, vol. 25, pp. 836–845. DOI: 10.1007/s11036-020-01524-4.
3. Kim T., Ramos C., Mohammed S. (2017). Smart City and IoT, *Future Generation Computer Systems*, vol. 76, pp. 159–162. DOI: 10.1016/j.future.2017.03.034.
4. Nagenborg M. (2018). Urban robotics and responsible urban innovation, *Ethics and Information Technology*, vol. 22, pp. 345–355. DOI: 10.1007/s10676-018-9446-8.
5. Shelton T., Zook M., Wiig A. (2014). The “actually existing smart city”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8 (1), pp. 13–25. DOI: 10.1093/cjres/rsu026.
6. Гайнанов Д.А., Пальгова В.О. (2019). Концепция «умный город» в вопросах совершенствования систем городской жизнедеятельности // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. № 6 (79). С. 97–107.
7. Cacho N., Lopes F., Cavalcante E., Santos I. (2016). A smart city initiative: The case of Natal. 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Trento, Italy, pp. 1–7. DOI: 10.1109/IS C2.2016.7580774.
8. Медведева О.Е. (2019). Современное состояние и проблемы инновационных технологий в умном городе // *Modern Economy Success*. № 2. С. 5–11.
9. Зотов В.Б. (2019). «Умный город»: методология построения системы // *Муниципальная академия*. № 3. С. 3–11.
10. Стефанова Н.А. (2018). Успешные практики и сценарии развития «умных» городов // *Актуальные вопросы современной экономики*. № 4. С. 182–187.
11. Kiritmat A., Krejcar O., Kertesz A. and Tasgetiren M. F. (2020). Future Trends and Current State of Smart City Concepts: A Survey. In: *IEEE Access*, vol. 8, pp. 86448–86467. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2992441.
12. Leem C. S., Kim B. G. (2012). Taxonomy of ubiquitous computing service for city development, *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 17 (7), pp. 1475–1483. DOI: 10.1007/s00779-012-0583-5.
13. Федоненко М.В. (2019). Опыт развития «умных» городов в современном мире // *Социально-экономические явления и процессы*. Т. 14. № 2 (106). С. 61–72.
14. Figueiredo S. M., Krishnamurthy S., Schroeder T. (2020). What About Smartness? *Architecture and Culture*, vol. 7 (3), pp. 335–349. DOI: 10.1080/20507828.2019.1694232.
15. Lara A. P., Moreira Da Costa E., Furlani T. Z., Yigitcanlar T. (2016). Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 2 (1), pp. 9–22. DOI: 10.1186/s40852-016-0034-z.
16. Zukin S. (2020). Seeing like a city: how tech became urban. *Theory and Society*, vol. 49, pp. 941–964. DOI: 10.1007/s11186-020-09410-4.
17. Negre E., Rosenthal-Sabroux C. (2014). Recommendations to Improve the Smartness of a City. In: Dameri R., Rosenthal-Sabroux C. (eds.) *Smart City. Progress in IS*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-06160-3\_5.
18. Liu P., Peng Z. (2014). China’s Smart City Pilots: A Progress Report, *Computer*, vol. 47 (10), pp. 72–81. DOI: 10.1109/mc.2013.149.
19. Kundu D. (2019). Blockchain and trust in a smart city, *Environment and Urbanization ASIA*, vol. 10 (1), pp. 31–43. DOI: 10.1177/0975425319832392.
20. Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives, *Journal of urban technology*, vol. 22 (1), pp. 3–21.
21. Gascó M. (2016). What Makes a City Smart? Lessons from Barcelona. 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI, USA, pp. 2983-2989. DOI: 10.1109/HICSS.2016.373.
22. Willems J., Van den Bergh J., Viaene S. (2017). Smart City Projects and Citizen Participation: The Case of London. In: Andeßner R., Greiling D., Vogel R. (eds.) *Public Sector Management in a Globalized World*. NPO-Management. Springer Gabler, Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-658-16112-5\_12.

23. Balducci F., Ferrara A. (2018). Using urban environmental policy data to understand the domains of smartness: An analysis of spatial autocorrelation for all the Italian chief towns, *Ecological Indicators*, vol. 89, pp. 386–396.

24. Гаряева В.В. (2020). Принципы перехода к модели управления «умный город» // Научно-технический вестник Поволжья. № 3. С. 25–27.

25. Семячков К.А. (2020). Этапы становления цифровой экосреды современных городов // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. № 2 (62). С. 3.

26. Mora L., Bolici R. (2017) How to Become a Smart City: Learning from Amsterdam. In: Bisello A., Vettorato D., Stephens R., Elisei P. (eds.) *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions*. SSPCR 2015. Green Energy and Technology. Springer, Cham. 10.1007/978-3-319-44899-2\_15.

27. Попов Е.В., Семячков К.А. (2020). Матрица показателей развития умных городов // На-

циональные интересы: приоритеты и безопасность. Т. 16. № 8 (389). С. 1422–1443.

28. Кириллова С.С., Забудьков В.А. (2018). Перспективы развития системы «умный» город // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Т. 6. № 2 (38). С. 275–279.

29. Thompson E. M. (2016). What makes a city “smart”? *International Journal of Architectural Computing*, vol. 14 (4), pp. 358–371. DOI: 10.1177/1478077116670744.

30. Nikitas A., Michalakopoulou K., Njonya E. T., Karampatzakis D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era, *Sustainability*, vol. 12 (7), pp. 2789–2806. DOI: 10.3390/su12072789.

31. Суховская Д.Н., Шульгин Н.А. (2019). Анализ структуры концепции «умного города» // E-Scio. № 9 (36). С. 737–746.

---

## THRESHOLD VALUES OF THE «SMART» CITIES DIGITALIZATION

**E.V. Popov**

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Ekaterinburg, Russia

**K.A. Semyachkov**

Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Ekaterinburg, Russia

### ABSTRACT:

The article deals with the problems of defining the threshold values of the “smart” cities digitalization. One problem in identifying the urban environment digitalization level and classifying a city as a smart one is that the existing assessment methods do not allow for identification whether a city under assessment can be referred to as a smart one.

The methodological basis of the research includes a systematic logical analysis of the published papers from the Web of Science and Scopus global databases. The work reveals chief approaches to assessing the urban environment digitalization in the framework of a “smart” city model development, and identifies main problems and limitations of a specific approach to assessing the urban environment digitalization level. The author’s approach is proposed to identify the thresholds of the urban environment digitalization on the basis of the symbiosis of the component and evolutionary approaches to “smart” cities assessment. Overcoming the digital threshold values means that most interaction operations between individuals in a given city are based on digital technologies only.

The theoretical basis for identifying the urban environment digitalization thresholds is the matrix for assessing the “smart” cities development.

The theoretical importance of the research is the developed approaches to assess the modern cities digitalization level. The practical significance of the research is in the potential further research of smart management in a digital society.

**FUNDING:** The reported research was funded by RFBR according to the research project no. 20-010-00333.

**KEYWORDS:** “smart” city, digitalization, assessment, innovative development, model, urban environment, digital society.

#### **AUTHORS’ INFORMATION:**

**Evgeniy V. Popov** – Advanced Doctor in Economic Sciences, Full Professor; Ural Institute of Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (66, 8 Marta St., Ekaterinburg, 620144, Russia); epopov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5513-5020.

**Konstantin A. Semyachkov** – Ph.D. of Economic Sciences; Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, 620014, Russia); Ural Institute of Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (66, 8 Marta St., Ekaterinburg, 620144, Russia); k.semyachkov@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0998-0183.

**FOR CITATION:** Popov E.V., Semyachkov K.A. (2021). Threshold values of the «smart» cities digitalization, *Municipality: Economics and Management*, no. 2 (35), pp. 11–26.

#### **REFERENCES**

1. Popov E.V., Semyachkov K.A. (2020). Smart cities. Moscow, Yurait Publisher. 346 p.
2. Ristvej J., Lacinák M., Ondrejka R. (2020). On Smart City and Safe City Concepts, *Mobile Networks and Applications*, vol. 25, pp. 836–845. DOI: 10.1007/s11036-020-01524-4.
3. Kim T., Ramos C., Mohammed S. (2017). Smart City and IoT, *Future Generation Computer Systems*, vol. 76, pp. 159–162. DOI: 10.1016/j.future.2017.03.034.
4. Nagenborg M. (2018). Urban robotics and responsible urban innovation, *Ethics and Information Technology*, vol. 22, pp. 345–355. DOI: 10.1007/s10676-018-9446-8.
5. Shelton T., Zook M., Wiig A. (2014). The “actually existing smart city”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, vol. 8 (1), pp. 13–25. DOI: 10.1093/cjres/rsu026.
6. Gainanov D.A., Palgova V.O. (2019). The concept of “smart city” in the improvement of urban activity systems, *Bulletin of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, no. 6 (79), pp. 97–107.
7. Cacho N., Lopes F., Cavalcante E., Santos I. (2016). A smart city initiative: The case of Natal. 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Trento, Italy, pp. 1–7. DOI: 10.1109/ISC2.2016.7580774.
8. Medvedeva O.E. (2019). The current state and problems of innovative technologies in the smart city, *Modern Economy Success*, no. 2, pp. 5–11.
9. Zotov V.B. (2019). “Smart City”: Methodology of Building System, *Municipal Academy*, no. 3, pp. 3–11.
10. Stefanova N.A. (2018). Successful practices and scenarios for the development of “smart” cities, *Actual issues of the modern economy*, no. 4, pp. 182–187.
11. Kirimtat A., Krejcar O., Kertesz A. and Tasgetiren M. F. (2020). Future Trends and Current State of Smart City Concepts: A Survey. In: *IEEE Access*, vol. 8, pp. 86448–86467. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2992441.
12. Leem C. S., Kim B. G. (2012). Taxonomy of ubiquitous computing service for city development, *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 17 (7), pp. 1475–1483. DOI: 10.1007/s00779-012-0583-5.
13. Fedonenko M.V. (2019). Experience in the development of “smart” cities in the modern world, *Socio-economic phenomena and processes*, vol. 14, no. 2 (106), pp. 61–72.

14. Figueiredo S. M., Krishnamurthy S., Schroeder T. (2020). What About Smartness? *Architecture and Culture*, vol. 7 (3), pp. 335–349. DOI: 10.1080/20507828.2019.1694232.
15. Lara A. P., Moreira Da Costa E., Furlani T. Z., Yigitcanlar T. (2016). Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 2 (1), pp. 9–22. DOI: 10.1186/s40852-016-0034-z.
16. Zukin S. (2020). Seeing like a city: how tech became urban. *Theory and Society*, vol. 49, pp. 941–964. DOI: 10.1007/s11186-020-09410-4.
17. Negre E., Rosenthal-Sabroux C. (2014). Recommendations to Improve the Smartness of a City. In: Dameri R., Rosenthal-Sabroux C. (eds.) *Smart City. Progress in IS*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-06160-3\_5.
18. Liu P., Peng Z. (2014). China's Smart City Pilots: A Progress Report, *Computer*, vol. 47 (10), pp. 72–81. DOI: 10.1109/mc.2013.149.
19. Kundu D. (2019). Blockchain and trust in a smart city, *Environment and Urbanization ASIA*, vol. 10 (1), pp. 31–43. DOI: 10.1177/0975425319832392.
20. Albino V., Berardi U., Dangelico R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives, *Journal of urban technology*, vol. 22 (1), pp. 3–21.
21. Gascó M. (2016). What Makes a City Smart? Lessons from Barcelona. 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI, USA, pp. 2983-2989. DOI: 10.1109/HICSS.2016.373.
22. Willems J., Van den Bergh J., Viaene S. (2017). Smart City Projects and Citizen Participation: The Case of London. In: Andeßner R., Greiling D., Vogel R. (eds.) *Public Sector Management in a Globalized World*. NPO-Management. Springer Gabler, Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-658-16112-5\_12.
23. Balducci F., Ferrara A. (2018). Using urban environmental policy data to understand the domains of smartness: An analysis of spatial autocorrelation for all the Italian chief towns, *Ecological Indicators*, vol. 89, pp. 386–396.
24. Garyaeva V.V. (2020). Principles of transition to the management model “Smart City”, *Scientific and Technical Herald of the Volga region*, no. 3, pp. 25–27.
25. Semyachkov K.A. (2020). Stages of formation of digital ecocrines of modern cities, *Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal*, no. 2 (62). P. 3.
26. Mora L., Bolici R. (2017) How to Become a Smart City: Learning from Amsterdam. In: Bisello A., Vettorato D., Stephens R., Elisei P. (eds.) *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions*. SSPCR 2015. Green Energy and Technology. Springer, Cham. 10.1007/978-3-319-44899-2\_15.
27. Popov E.V., Semyachkov K.A. (2020). Matrix of development indicators of smart cities, *National interests: priorities and safety*, vol. 16, no. 8 (389), pp. 1422–1443.
28. Kirillova S.S., Zabudkov V.A. (2018). Prospects for the development of the system “Smart city”, *Actual areas of scientific research of the XXI century: theory and practice*, vol. 6, no. 2 (38), pp. 275–279.
29. Thompson E. M. (2016). What makes a city “smart”? *International Journal of Architectural Computing*, vol. 14 (4), pp. 358–371. DOI: 10.1177/1478077116670744.
30. Nikitas A., Michalakopoulou K., Njonya E. T., Karampatzakis D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era, *Sustainability*, vol. 12 (7), pp. 2789–2806. DOI: 10.3390/su12072789.
31. Sukhovskaya D.N., Shulgin N.A. (2019). Analysis of the structure of the concept of a “smart city”, *E-Scio*, no. 9 (36), pp. 737–746.