

МАТРИЦА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ УМНЫХ ГОРОДОВ*

Евгений Васильевич ПОПОВ^{a,*};

Константин Александрович СЕМЯЧКОВ^b

^a доктор экономических наук, член-корреспондент РАН,
директор Центра социально-экономических исследований
Уральского института управления (филиал РАНХиГС),
Екатеринбург, Российская Федерация
erorov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5513-5020>
SPIN-код: 9980-7417

^b кандидат экономических наук, научный сотрудник,
Институт экономики УрО РАН;
ведущий научный сотрудник,
Уральский институт управления (филиал РАНХиГС),
Екатеринбург, Российская Федерация
k.semyachkov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0998-0183>
SPIN-код: 3304-0614

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 331/2020
Получена 01.06.2020
Получена в
доработанном виде
18.06.2020
Одобрена 05.07.2020
Доступна онлайн
27.04.2023

Специальность 5.2.1

УДК 332.1

JEL: R11, R58

Ключевые слова:

умный город, цифровая
экономика,
муниципальная
экономика,
территориальное
развитие, экономика
региона

Аннотация

Предмет. Методические подходы к оценке развития умных городов.

Цели. Развитие методологических подходов к оценке развития умных городов.

Методология. Главный метод исследования – системный логический анализ. Теоретической основой послужили работы зарубежных исследователей, организаций и технологических компаний, занимающихся проблематикой оценки процессов цифровизации городской среды, разработкой инструментария для изучения их влияния на социально-экономические и экологические характеристики современных городов.

Результаты. Анализ существующих подходов к оценке развития умных городов показал, что в целом можно выделить три основных типа таких методик. Во-первых, это подходы, в основе которых лежит изучение определенных компонент умного города. Во-вторых, исследование уровней или этапов развития умного города. В-третьих, это определенные узконаправленные направления для изучения развития умных городов (например, по вопросам экологии). На основе систематизации подходов к оценке развития умных городов предложен авторский подход, заключающийся в объединении исследования компонент умного города и этапов его развития. Таким образом, индикаторы оценки развития умных городов позволяют оценивать развитие отдельных направлений умного города, а также эволюцию этих процессов.

Выводы. Для мониторинга эффективности реализации проектов и инициатив показатели развития умных городов должны поддаваться измерению, адекватно описывать процессы цифровизации городской среды и учитывать интересы всех заинтересованных сторон.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

* Статья подготовлена по материалам журнала «Национальные интересы: приоритеты и безопасность». 2020. Т. 16. Вып. 8.

Для цитирования: Попов Е.В., Семячков К.А. Матрица показателей развития умных городов // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2023. – Т. 22, № 4. – С. 749 – 771.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.4.749>

Введение

В условиях развития цифрового общества традиционные теории экономического развития территорий зачастую теряют свои прогностические свойства. Все чаще теории региональной конкурентоспособности пытаются восполнить этот пробел за счет исследования нематериальных активов, таких как знания, социальные связи, человеческий и интеллектуальный капитал, накопленный на данной территории. Основой развития нематериальных активов в современных условиях являются цифровые технологии. Поэтому именно цифровые технологии рассматриваются как основной драйвер развития, способный решить большинство проблем современного общества в целом, а также отдельных территорий, регионов и городов. Современные города все чаще становятся объектом исследования в контексте влияния цифровых технологий, поиска путей решения таких проблем, как урбанизация территорий, изменение окружающей среды под воздействием человека, социально-экономическая нестабильность. В связи с этим одной из перспективных моделей пространственного развития является модель умного города, основой для формирования которой выступают цифровые технологии [1, 2].

Современная наука активно развивает теоретический и методологический аппарат, описывающий процессы функционирования умных городов. Интерес к развитию умных городов проявляется в большинстве стран мира, что свидетельствует о большом интересе к формированию новых условий и принципов развития современных городов. Такое внимание к исследованию умных городов порождает значительное число подходов к рассмотрению и анализу умных городов. Среди основных подходов к рассмотрению умных городов, по нашему мнению, можно выделить компонентный подход, этапный подход, а также более специализированные подходы, призванные оценить состояние той или иной сферы умного города. Компонентный подход сводится к рассмотрению основных подсистем или компонентов умного города; обычно выделяют шесть компонентов умного города: умная мобильность, умная городская среда, умная экология, умная экономика, умное управление, умные люди¹ [3].

Подход, характеризующий некоторую последовательность развития умного города, этапы или уровни умного города, можно назвать этапным. Основная идея такого подхода заключается в том, что для того, чтобы город стал умным, ему необходимо пройти несколько этапов, заключающихся в создании определенной инфраструктуры, сбора и анализа данных, использовании этих данных в системах принятия решений в целях повышения качества жизни граждан, снижения

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00333.

¹ Priano F.H., Guerra C.F. A Framework for Measuring Smart Cities. Proceedings of the 15th Annual International Conference on Digital Government Research. New York, ACM, 2014, pp. 44–54.

выбросов загрязняющих веществ, повышения эффективности использования различных ресурсов и достижения других социально-экономических эффектов.

Более специализированные подходы к исследованию развития умных городов фокусируются на определенных сферах функционирования городских систем. Значительное число таких исследований посвящено вопросам использования цифровых технологий в городской среде. Действительно, можно с уверенностью сказать, что именно использование цифровых технологий в городской среде делает современные города умнее [4]. Среди основных, наиболее важных преимуществ цифровых интеллектуальных решений, применяемых в рамках развития городских территорий, можно отметить:

- использование наиболее эффективных технологий;
- открытость среды к распространению умных технологий;
- снижение затрат, экономия на транзакционных издержках;
- повышение качества взаимодействия с гражданами, вовлечение граждан в процессы общественной жизни;
- наличие доступа к открытым данным;
- повышение скорости и прозрачности принимаемых решений.

Из-за быстрого роста населения многие города сталкиваются с двумя противоречивыми проблемами. С одной стороны, городское хозяйство основано на чрезмерной эксплуатации ресурсов, загрязнении окружающей среды, стремлению к достижению экономического роста любой ценой. С другой стороны, все большее внимание уделяется вопросам экологии, рационального использования ресурсов и защите окружающей среды [5–7]. Методологической основой для анализа развития умных городов может выступать известная модель тройной спирали, представляющая собой сетевой механизм формирования инновационной среды. Модель тройной спирали описывает взаимодействие основных акторов постиндустриального общества, государства, бизнеса, науки, общества в целях формирования консенсуса на принципе координации совместных действий посредством сетевых форм организации отношений. Как показывает опыт успешных проектов в области цифровизации городской среды, только совместная деятельность и интеграция общих усилий всех заинтересованных сторон является условием формирования долгосрочного и устойчивого роста, способного улучшить качество жизни городских жителей [8].

Реальная практика показывает, что городу может понадобиться достаточно много времени, чтобы стать по-настоящему умным. Такой переход осложняется множеством факторов экономического, социального, институционального, технологического характера [9]. Однако стремление к повышению качества жизни, решению социально-экономических проблем и достижению экономического роста

требует внедрения умных решений в области инфраструктуры, водоснабжения, энергетики, транспорта, здравоохранения, образования и безопасности, то есть умных решений для новых городов [10]. При этом возникает ряд вопросов, требующих разработки адекватных решений. В силу ограниченности ресурсов необходимо определить наиболее важные области благоустройства города. Чтобы описать умный город и его характеристики, необходимо разработать прозрачную модель, характеризующуюся определенными индикаторами для оценки умных городов.

Индикативная оценка развития умных городов

В настоящее время разработкой методологической основы для оценки развития умных городов занимаются как наднациональные объединения или организации, так и национальные организации, а также технологические компании и представители научного сообщества. Яркими примерами разработчиков международных стандартов цифровизации городской среды являются Международная организация по стандартизации (ISO), Европейский комитет по стандартизации (CEN), а также Британский институт стандартов (BSI). Этими организациями ведется важная работа по установлению передовых стандартов в области интеллектуального развития городов и показателей эффективности.

Среди примеров разработанных стандартов в области оценки городской инфраструктуры можно отметить стандарты ISO/TR 37150: 2014 и ISO/TS 37151: 2015. Британский институт стандартов провел значительный объем работы над стандартами умного города и показателями эффективности городов, включая концепцию умного города, общедоступную спецификацию PAS181. Кроме того, ключевая инициатива Европейской комиссии (ЕК) EUROCITIES под названием CITYkeys направлена на разработку действенных систем измерения эффективности города, ключевых показателей эффективности (KPI) и стандартизированных процедур сбора данных для ускорения распространения решений для интеллектуальных городов по всему миру.

В настоящее время стандартизированные подходы к оценке развития умных городов, разработанные международными организациями, не получили широкого распространения. Это можно объяснить тем, что инициативы развития умных городов достаточно новы, а разработка стандартов в этой области находится на ранних стадиях. Сейчас лишь можно отметить некоторые общие тенденции, характерные для развития методологического аппарата в области оценок умных городов². Стандартизированные индикаторы измерения развития умного города должны:

- соответствовать городским стратегиям и оперативным уровням развития города;

² Shah M.N., Nagargoje S., Shah C. Assessment of Ahmedabad (India) and Shanghai (China) on Smart City Parameters Applying the Boyd Cohen Smart City Wheel. Proceedings of the 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate. Singapore, Springer, 2017, pp. 111–127.

- осуществлять периодические измерения, подтвержденные базовыми показателями и стратегическими целями, используя в основном данные в реальном времени;
- оценивать развитие через процесс взаимодействия заинтересованных сторон с экспертными и общественными группами;
- быть открытыми для улучшений и будущих инноваций;
- опираться на существующие показатели развития городов;
- поддерживать открытую отчетность и оценку городов путем сравнения разных городов.

Исследования в области оценки развития умных городов показывают разнообразные варианты решения этой проблемы. Рассмотрим особенности наиболее известных методологических подходов к оценке развития умных городов³ [11–14].

Модель Л. Батаган. При анализе развития умных городов Л. Батаган выделяет восемь ключевых направлений для исследования: крупные предприятия, сегмент малых и средних предприятий, государственный сектор, образование, здравоохранение, домохозяйства, культура, туризм. Как отмечает Батаган, использование цифровых технологий в государственных и муниципальных организациях является важным показателем развития умного города. Благодаря внедрению цифровых технологий в сектор здравоохранения достигается рост качества оказания услуг населению при меньших затратах. Использование цифровых технологий в медицине приводит к положительным экономическим эффектам как для системы здравоохранения, так и для пациентов, а анализ использования цифровых технологий для сектора домохозяйств позволяет оценить степень развития населенных пунктов.

Модель зрелости умного города (Smart City Maturity Model, SCMM). Данная модель направлена на оценку ситуации и определение возможностей, способствующих развитию умного города. В основе такого подхода к оценке развития умных городов лежит идея о том, что каждая система во время своего развития проходит некоторые этапы зрелости управления. Этапы развития проходятся последовательно и определяются различными характеристиками, включающими миссию, ценности, стратегию, организационную структуру. Переходы с уровня на уровень делают систему более конкурентоспособной. Зачастую выделяют такие уровни, как отсутствующий, начальный, управляемый, определяемый, измеряемый, оптимизируемый. Такой подход формирует аппарат анализа для определения этапов зрелости развития умного города на основе стратегий умного города и масштабов их реализации. Фазы зрелости варьируются

³ Benamrou B., Mohamed B., Bernoussi A., Mustapha O. Ranking Models of Smart Cities. 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt). Tangier, 2016, pp. 872–879. URL: <https://doi.org/10.1109/CIST.2016.7805011>

от наименее зрелой фазы планирования проекта до наиболее зрелой фазы оптимизированного умного города.

Эталонная модель умного города (Smart City Reference, SCR). Эта модель разработана для определения инновационной политики и процессов, необходимых для поддержки интеллектуального, устойчивого городского развития. Включает семь уровней, способствующих развитию городской среды и внедрению инноваций. Данная модель подразумевает, что каждый уровень связан с различными типами развития, технологиями и показателями, которые влияют на показатели производительности, экономичности, эффективности и городской инфраструктуры, систем и услуг.

Модель европейского рейтинга умных городов (European Smart Cities Ranking, ESCR). Эта модель позволяет производить оценку развития городов по ряду показателей, чтобы обеспечить ранжирование городов, провести сравнительный анализ и оценить перспективы развития умных городов. Модель предлагает всеобъемлющую систему показателей умного города, определенную по шести характеристикам/измерениям города, а именно: умное управление, умная экономика, умные люди, умная городская среда, умная окружающая среда и умная мобильность. Основой для оценки развития умных городов выступают как показатели развития, так и показатели эффективности, основанные на данных, собранных на местном, региональном и национальном уровнях [14].

Модель основных показателей умного города (Smart City Index Master Indicators, SCIMI). Данная модель основана на шести направлениях оценки развития умного города: умное управление, умная экономика, умные люди, умная городская среда, умная окружающая среда и умная мобильность. Эта модель является альтернативой для исследования умных городов в ключевых направлениях развития, опираясь на широкий спектр международных источников данных, применимых для исследования городов.

Модель CITYkeys. Данная модель измеряет результаты успеха развития умного города по таким направлениям, как люди, планета, процветание, управление и распространение. В основе данной модели лежит идея устойчивого развития, то есть баланса социальной, экологической и экономической составляющих. Индикаторы управления относятся к лидерству в развитии умного города, а показатели по распространению определяют потенциал для масштабирования и тиражирования решений умного города.

Модель сетевого сообщества города (Ericsson Networked Society City, ENSC). Данная модель оценивает уровень развития цифровых технологий в умных городах по таким направлениям, как цифровая инфраструктура, а также готовность к использованию и распространенность цифровых технологий в использовании. При этом используется системный подход для изучения взаимосвязи между внедрением цифровых технологий в различные сферы городского хозяйства и их влияния на экономику, социальную сферу и окружающую среду.

Модель города возможностей (City of Opportunity, CoO). Основная цель данного подхода заключается в том, чтобы помочь крупнейшим городам мира понять, какие стратегии и подходы наилучшим образом влияют на жизнь населения и экономические показатели в современном мире с высокими темпами урбанизации. Данная модель измеряет интеллектуальные показатели, качество жизни и экономические показатели, опираясь на обширные городские индексы и открытые источники данных. Среди направлений для анализа выделены 10 блоков: интеллектуальный капитал и инновации; уровень технологической готовности; город как мировой центр притяжения; транспорт и инфраструктура; здравоохранение, безопасность и защищенность; устойчивое развитие и окружающая среда; демография и приспособленность для жизни; экономическое влияние; легкость ведения бизнеса; затраты. Данная модель отличается тем, что помимо традиционных показателей, она включает оценку таких категорий, как интеллектуальный капитал и инновации, а также технологическая готовность городских систем к их использованию.

Модель городов в движении (Cities in Motion Index). Комплексный подход оценки развития умных городов представлен в разработках бизнес школы IESE. Основной идеей такого подхода является исследование эффектов и последствий глобализации для конкурентоспособности бизнеса и общества, содействие компаниям в улучшении их стратегических позиций на международных рынках путем разработки концепций и генерации знаний. Цель разработанной методологии CIMI заключается в поддержке внедрения ценных идей и инновационных инструментов, которые помогают сделать города более устойчивыми и умными, поддержка развития инициатив умного управления на местном уровне. Система индикаторов CIMI была первой в своем роде, предложив оценивать уровень развития, устойчивость и интеллектуальность города по синтетическому показателю, который является функцией ряда доступных показателей развития различных городских секторов, в том числе: городская власть и участие жителей; международная деятельность; городское планирование; социальная справедливость; местное самоуправление; мобильность и транспорт; технологии; человеческий капитал; окружающая среда; экономика.

Модель глобальной влияния города (Global Power City Index, GPCI). Этот подход к оценке развития городов создан японским Институтом городских стратегий и основан на совокупности наблюдаемых данных, дополненных информацией о восприятии городского развития среди разных заинтересованных сторон. Этот индекс отражает сильные и слабые стороны городов и ранжирует их в соответствии с их социально-экономическим потенциалом для привлечения творческих людей и инновационных компаний.

Модель оценки умных городов компании EasyPark (Smart City Index). Данный подход выделяет 19 критериев, в том числе: умные парковки, городское планирование, услуги каршеринга, образование, городской трафик, бизнес-экосистема, общественный транспорт, 4G LTE, чистая энергия, скорость Интернета,

умное строительство, точки доступа к Wi-Fi, обращение с ТКО, распространенность смартфонов, защита окружающей среды, уровень жизни, вовлеченность жителей, методы перехода к умному городу, цифровизация правительства.

Анализ подходов к оценке развития умных городов показывает значительную разницу в методиках оценки умных городов, вариативность различных аспектов, связанных с направлениями развития умных городов и их оценкой, повышенное внимание к различным направлениям, таким как экономика, экология или социальная сфера. Сравнение моделей и структур городов выявляет различные концептуализации ключевых аспектов и показателей умного города, в связи с чем возникают проблемы, касающиеся достоверности, измеримости, сложности и полезности показателей умного города, представляющих сложные городские системы.

Еще одной проблемой, связанной с оценкой развития умных городов, является то, что некоторые аспекты умных городов достаточно сложно или вовсе невозможно измерить количественными показателями. Например, такие направления, как умное управление, институциональное обеспечение умных городов и другие аспекты с трудом поддаются количественной оценке. По-видимому, для проведения более глубокого исследования и получения обоснованных результатов в большинстве случаев количественный анализ развития умных городов должен быть дополнен качественным анализом. В дополнение к трудно измеряемым показателям необходимо уделять больше внимания оценке нематериальных компонентов умных городов, таких как человеческий капитал, знания, система социальных коммуникаций, как основы развития умных городов. Стремление к комплексной оценке развития умных городов создало большое количество подходов к оценке городских показателей, однако сейчас трудно назвать хотя бы одну по-настоящему комплексную методику оценки умного города [15, 16].

Основная полезность для моделей и структур умного города заключается в поддержке планирования, сравнительного анализа городов и сравнений между городами. Концептуальный подход к оценке развития умных городов требует постановки целей исследования, определения целевых групп, формулирования ключевых вопросов, сроков и других параметров. Также процесс требует выбора методов сбора и анализа данных, определения качества оценки, полезности и результативности исследования [17].

Систематизация подходов к оценке развития умных городов позволяет выделить измеримые показатели для исследования. При этом комплексный подход к оценке развития городских систем может опираться как на количественные показатели, основанные на собранных данных (например, эффективность затрат, анализ экономической эффективности, оценки до и после, аудиты и технический мониторинг), так и качественные методы (например, опросы граждан, семинары с участием экспертов и заинтересованных сторон).

В условиях развития цифрового общества становится крайне важным использование передовых цифровых технологий в управлении на местном уровне, а также в различных направлениях социальной и экономической сферы, чтобы оценить уровень развития населенных пунктов в рамках концепции умного города. Анализ современных источников информации показывает, что основными направлениями развития умных городов являются решения в области транспорта, образования, здравоохранения и управления, которые представляют собой наиболее важные секторы города. В целом рассмотрение разнообразных подходов к оценке развития умных городов позволил нам выделить и систематизировать некоторые их особенности, позволяющие в конечном итоге предложить авторский подход к оценке развития умных городов (*табл. 1*) [12, 13, 18, 19].

Систематизация подходов к оценке развития умных городов показала, что в целом существует три основных типа методик: оценка уровней умного города, оценка компонент (направлений развития) умного города, узконаправленные исследования (например, транспорт или устойчивое развитие). В целом исследование особенностей подходов к оценке развития умных городов дает возможность для формирования перспективных направлений в области оценки умных городов.

Процедура исследования

В качестве объекта исследования в настоящей статье мы рассмотрели современную концепцию цифровизации городской среды в различных проявлениях хозяйственной деятельности. Предмет настоящего исследования – экономические отношения, формирующиеся в различных направлениях хозяйственного применения цифровых технологий современных городов. Анализируемые данные – научные исследования, отраженные в периодической печати, а также авторские результаты в рамках исследования процессов цифровизации современных городов. Метод исследования – системный логический анализ различных этапов цифровизации и направлений развития современных городов.

Результаты исследования

Как показывает опыт цифровизации городской среды и развитие современных городов, этот процесс связан с прохождением ряда этапов. С нашей точки зрения можно выделить семь этапов (приоритетов) развития умного города (модель 7I)⁴ [20]. С другой стороны, как показывает опыт развития большинства умных городов, в их основе лежат определенные компоненты (умная экономика, умное управление и т.д.). Таким образом, с нашей стороны предлагается подход, учитывающий и этапность развития умных городов и основные компоненты такого развития (*табл. 2*). Подобный матричный подход позволяет оценить эволюцию развития умного города и его основные характеристики. Элементы матрицы оценки развития умного города включают в себя следующие индикаторы (см. *табл. 2*):

⁴ Англиязычное название модели «7I» введено нами в научный оборот для переписки с зарубежными исследователями умных городов.

InsEc (Institutions for Economy):

- стратегии, планы развития умной экономики;
- нормативные документы, принятые для развития умной экономики;
- принятые стандарты международных организаций (ISO).

InsSl (Institutions for Smart Living):

- стратегии, планы развития умной городской среды;
- нормативные документы, принятые для развития умной городской среды;
- принятые стандарты международных организаций (ISO).

InsGo (Institutions for Governance):

- стратегии, планы развития умного управления;
- нормативные документы, принятые для развития умного управления;
- принятые стандарты международных организаций (ISO).

InsPe (Institutions for People):

- стратегии, планы развития человеческого капитала;
- нормативные документы, принятые для развития человеческого капитала;
- принятые стандарты международных организаций (ISO).

InsEn (Institutions for Environment):

- стратегии, планы развития умной окружающей среды;
- нормативные документы, принятые для развития умной окружающей среды;
- принятые стандарты международных организаций (ISO).

InsMo (Institutions for Mobility):

- стратегии, планы развития умной мобильности;
- нормативные документы, принятые для развития умной мобильности;
- принятые стандарты международных организаций (ISO).

InfEc (Infrastructure for Economy):

- ВВП на душу населения;

- степень роботизации производств;
- автоматизация (ERP, CRM и другие системы) предприятий.

InfSl (Infrastructure for Smart Living):

- процент внедрения интеллектуальных счетчиков электроэнергии;
- процент основных улиц, контролируемых цифровыми системами (камеры);
- доля зданий, использующих интегрированные системы управления.

InfGo (Infrastructure for Governance):

- процент обеспеченности компьютерами сотрудников муниципальных организаций.

InfPe (Infrastructure for People):

- количество учреждений высшего образования на 100 тыс. населения;
- количество научно-исследовательских учреждений на 100 тыс. населения;
- центры обучения *smart*-технологиям.

InfEn (Infrastructure for Environment):

- выбросы парниковых газов (ПГ) на душу населения;
- процент утилизации твердых отходов;
- площадь зеленых зон на 100 тыс. жителей.

InfMo (Infrastructure for Mobility):

- процент дорог с использованием адаптивного управления движением;
- процент умных остановок;
- протяженность сети общественного транспорта на 100 тыс. жителей.

IntEc (Intranet for Economy):

- процент обеспечения сотрудников компаний компьютерами с доступом в Интернет;
- процент обеспечения сотрудников компаний компьютерами с широкополосным доступом в Интернет.

IntSl (Intranet for Smart Living):

- количество общественных точек доступа Wi-Fi в городе;
- площадь города с беспроводным широкополосным доступом (3G и 4G).

IntGo (Intranet for Governance):

- процент обеспечения сотрудников муниципальных организаций компьютерами с доступом в Интернет;
- процент обеспечения сотрудников муниципальных организаций компьютерами с широкополосным доступом в Интернет.

IntPe (Intranet for People):

- процент домохозяйств с доступом в Интернет;
- процент домохозяйств с фиксированной (проводной) широкополосной связью.

IntEn (Intranet for Environment):

- системы контроля качества окружающей среды с доступом в Интернет.

InfMo (Intranet for Mobility):

- общественный транспорт, оборудованный беспроводным Интернетом.

IngEc (Integration for Economy):

- количество открытых наборов данных, которые опубликованы в открытом доступе.

IngSl (Integration for Smart Living):

- количество открытых наборов данных, которые опубликованы в открытом доступе.

IngGo (Integration for Governance):

- количество открытых наборов данных, которые опубликованы в открытом доступе.

IngPe (Integration for People):

- количество открытых наборов данных, которые опубликованы в открытом доступе.

IngEn (Integration for Environment):

- количество открытых наборов данных, которые опубликованы в открытом доступе.

IngMo (Integration for Mobility):

- количество открытых наборов данных, которые опубликованы в открытом доступе.

IfcEc (Interfaces for Economy):

- процент закупочной деятельности в государственном секторе, осуществляемой в электронной форме;
- системы цифрового лицензирования бизнеса и получение разрешений;
- системы цифрового землепользования и разрешения на строительство.

IfcSl (Interfaces for Smart Living):

- интерфейсы актуальной информации о коммунальной инфраструктуре в городе;
- порталы, сайты, приложения в сфере городской среды.

IfcGo (Interfaces for Governance):

- процент государственных услуг, предоставляемых в электронной форме.

IdcPe (Interfaces for People):

- процент пользователей электронной образовательной средой;
- площадки для видео- и аудиоконференций.

IfcEn (Interfaces for Environment):

- сервисы по предоставлению информации об экологической ситуации в городе.

IfcMo (Interfaces for Mobility):

- сервисы по отслеживанию трафика в городе;
- сервисы по отслеживанию передвижения транспорта в городе.

InnEc (Innovations for Economy):

- количество новых патентов, выданных на 100 тыс. жителей в год;
- процент малых и средних предприятий;
- процент высокотехнологичных рабочих мест.

InnSl (Innovations for Smart living):

- использование систем мониторинга коммунальной инфраструктуры.

InnGo (Innovations for Governance):

- расходы на исследования и разработки в процентах от ВВП города;
- центры электронной карьеры;
- цифровые платформы по поиску работы.

InnPe (Innovations for People):

- число жителей с высшим образованием (на 100 тыс. населения);
- число пользователей систем индивидуального обучения;
- число программ онлайн-переподготовки.

InnEn (Innovations for Environment):

- доля занятых в экологической сфере, сфере туризма;
- процент переработки бытовых отходов;
- процент улавливания загрязняющих веществ.

InnMo (Innovations for Mobility):

- процент дорог с использованием адаптивного управления движением;
- процент умных остановок.

ImpEc (Implementation for Economy):

- система сдачи налоговой отчетности в электронном виде.

ImpSl (Implementation for Smart Living):

- электронные медицинские записи;
- системы умного наблюдения;
- системы безопасности домов.

ImpGo (Implementation for Governance):

- цифровое административное обслуживание граждан.

ImpPe (Implementation for People):

- процентная доля учащихся, имеющих доступ к средствам цифровых технологий;
- использование цифровых технологий населением.

ImpEn (Implementation for Environment):

- процент генерации электроэнергии с использованием возобновляемых источников;
- процент интеллектуальных энергетических сетей.

ImpMo (Implementation for Mobility):

- система мониторинга городских заторов;
- система электронной оплаты в общественном транспорте;
- система мониторинга транспорта в режиме реального времени.

В целом, с нашей точки зрения, матричный подход к оценке развития умных городов на основе оценки этапов их формирования, а также изучения компонентов умного города в большей степени отвечает задачам таких исследований и является более комплексным и адекватным в случаях анализа функционирования умных городов. При этом стоит отметить, что приведенный список индикаторов оценки развития умного города нельзя назвать окончательным или исчерпывающим. Это объясняется тем, что, во-первых, меняются сами технологии, применяемые в рамках развития умных городов, что, соответственно, сказывается на показателях, используемых для оценки развития умных городов, а во-вторых, зачастую меняются сами приоритеты оценок развития тех или иных городов. В настоящее время нередко ситуация, когда даже в рамках одного методологического подхода, разработанного определенной организацией, в разные годы проведения исследований используется разный набор индикаторов оценки развития умных городов, что свидетельствует об изменчивости взглядов на процессы, происходящие в современных городах.

Выводы

Ключевой задачей при разработке подхода к оценке развития умного города является разработка стандартизированных показателей его развития и эффективности, которые обеспечивают содержательную оценку, ориентированную на город и жителей. В настоящее время национальные и международные инициативы в области стандартизации играют важную роль в разработке стандартов и показателей умного города, формируя подходы к оценке развития городов. Более того, стандартизированные индикаторы измерения обеспечивают ценность для политики развития и потенциал для преобразования управления современными городами.

Таким образом, методологический подход к оценке развития умных городов должен учитывать как стратегические планы и приоритеты развития городской среды, так и эффекты, получаемые от реализации этих проектов. План оценки должен соответствовать проектам умного города, уровням реализации проектов и их масштабности, а также должен разрабатываться в сотрудничестве с основными заинтересованными сторонами городского развития, их интересами при реализации проектов. Необходимо рассмотреть выбор методов оценки городских показателей и источников данных, способных определять влияние проектов умного города на жизнь граждан, а также измерять социально-экономические и экологические эффекты развития умного города.

Целостные подходы к проектированию систем оценки развития умных городов необходимы для привлечения экспертов и заинтересованных сторон городского сообщества к процессам оценки, решению проблем на уровне проектов, программ и городов. Внедрение методов оценки в процессы управления эффективностью города имеет важное значение для определения ценности, результатов и преимуществ интеллектуального развития для городов и населения. Таким образом, это дает понимание того, насколько эффективно решаются современные городские проблемы с помощью внедрения цифровых решений и реализации проектов умного города.

В результате проведения исследования, целью которого являлась разработка подхода к оценке развития умного города, получены следующие результаты.

Во-первых, показана важность развития современных городов с учетом возможностей, предоставляемых цифровыми технологиями, их внедрением в различные сферы городского пространства в качестве инструмента по решению социально-экономических и экологических вызовов современности.

Во-вторых, систематизированы некоторые подходы к оценке развития умных городов, рассмотрены их особенности. Показано, что можно выделить несколько типов подходов к оценке развития умных городов, среди которых оценка компонент умного города, оценка этапов развития умного города, либо специализированная узконаправленная оценка какого-либо направления развития умного города.

В-третьих, предложен авторский подход к оценке развития умных городов, основанный на выделении уровней развития умного города (модель 7I) и компонент умного города (умная экономика, умное управление, умная городская среда, умные люди, умная мобильность, умная окружающая среда).

В заключение отметим, что для мониторинга эффективности реализации проектов и инициатив показатели развития умных городов должны поддаваться измерению, адекватно описывать процессы цифровизации городской среды и учитывать интересы всех заинтересованных сторон. Таким образом, многоаспектная и многогранная концепция умных городов требует дальнейшего исследования и разработки адекватных моделей и подходов к оценке результатов внедрения цифровых технологий в городскую среду при реализации проектов в области развития умных городов.

Таблица 1**Систематизация подходов к оценке развития умных городов****Table 1****The systematization of approaches to evaluating the development of smart cities**

Модель	Описание	Тип
Модель зрелости умного города (<i>Smart City Maturity Model, SCMM</i>)	3–6 уровней развития умного города (начальный, повторяемый, установленный, управляемый, оптимизированный)	Оценка уровней
Эталонная модель умного города (<i>Smart City Reference, SCR</i>)	7 уровней развития умного города (зеленый, взаимосвязанный, инструментальный, открытый, интегрированный, интеллектуальный и инновационный)	Оценка уровней
Модель европейского рейтинга умных городов (<i>European smart cities ranking, ESCR</i>)	6 направлений (умное управление, умная экономика, умное образование, умное здравоохранение, умная жизнь, умная окружающая среда, умная мобильность), 62 показателя	Оценка компонентов
Модель Л. Батаган	7 направлений (умное управление, умная экономика, умные люди, умная городская среда, умная окружающая среда, умная мобильность), 49 показателей	Оценка компонентов
Модель основных показателей умного города (<i>Smart City Index Master Indicators, SCIMI</i>)	6 направлений (умное управление, умная экономика, умные люди, умная городская среда, умная окружающая среда, умная мобильность)	Оценка компонентов
Модель CITYkeys	5 направлений (люди, планета, благосостояние, управление, распространение), 92 индикатора	Оценка компонентов
Модель сетевого сообщества города (<i>The Ericsson Networked Society City, ENSC</i>)	8 направлений (здоровье, образование, социальная интеграция, производительность, конкурентоспособность, ресурсы, загрязнение окружающей среды, климатические изменения), 28 показателей	Оценка компонентов
Модель города возможностей (<i>City of opportunity, CoO</i>)	10 направлений (интеллектуальный капитал и инновации, технологическая готовность, транспорт и инфраструктура, здоровье и безопасность, устойчивость и окружающая среда, экономическое влияние, простота ведения бизнеса, издержки, транспорт), 67 показателей	Оценка компонентов
Модель городов в движении (<i>Cities in Motion Index</i>)	10 направлений (система власти, городское планирование, государственное управление, технологии, окружающая среда, международная деятельность, социальная сплоченность, мобильность и транспорт, человеческий капитал и экономика), 83 индикатора	Оценка компонентов
Модель глобальной влияния города (<i>Global Power City Index, GPCI</i>)	6 направлений (экономика, исследования и разработки, культурное взаимодействие, жизнедеятельность, окружающая среда, транспортная доступность), 70 индикаторов	Оценка компонентов
Модель оценки умных городов компании EasyPark (<i>Smart city Index</i>)	4 направления (цифровизация, умная парковка, датчики движения, приложения для каршеринга), 19 индикаторов	Узкая специализация (транспорт)
Модель динамики эгорода	5 направлений (население, жилье, бизнес, энергетика, загрязнение окружающей среды)	Узкая специализация (экология)
Модель организации умного здравоохранения	Многоуровневая архитектура умных медицинских услуг в умном городе	Узкая специализация (медицина)

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2**Матрица оценки развития умного города****Table 2****An assessment matrix of the smart city development**

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

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Purnomo F., Prabowo H.M. Smart City Indicators: A Systematic Literature Review. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 2016, vol. 8, no. 3, pp. 161–164.
2. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 2011, vol. 18, iss. 2, pp. 65–82.
URL: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
3. Gil-Garcia J.R. Towards a Smart State? Inter-Agency Collaboration, Information Integration, and Beyond. *Information Polity*, 2012, vol. 17, iss. 3, 4, pp. 269–280.
URL: <https://doi.org/10.3233/IP-2012-000287>
4. Bolivar M.P.R. Transforming City Governments for Successful Smart Cities. Springer International Publishing, 2015, 185 p.

5. Bifulco F., Tregua M., Caterina C., D'Auria A. ICT and Sustainability in Smart Cities Management. *International Journal of Public Sector Management*, 2016, vol. 29, iss. 2, pp. 132–147. URL: <https://doi.org/10.1108/IJPSM-07-2015-0132>
6. Silva B., Khan M., Han K. Towards Sustainable Smart Cities: A Review of Trends, Architectures, Components, and Open Challenges in Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, 2018, vol. 38, pp. 697–713. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053>
7. Albino V., Berardi U., Dangelico R.M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 2015, vol. 22, iss. 1, pp. 3–21. URL: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
8. Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W. Modelling the Smart City Performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2010, vol. 25, iss. 2, pp. 137–149. URL: <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>
9. Cocchia A. Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. In: Dameri R., Rosenthal-Sabroux C. (eds) *Smart City. Progress in IS*. Springer, Cham, 2014, pp. 13–43. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-06160-3_2
10. Khatoun R., Zeadally S. Smart Cities: Concepts, Architectures, Research Opportunities. *Communications of the ACM*, 2016, vol. 59, no. 8, pp. 46–57. URL: <https://doi.org/10.1145/2858789>
11. Caird S.P., Hallett S.H. Towards Evaluation Design for Smart City Development. *Journal of Urban Design*, 2019, vol. 24, iss. 2, pp. 188–209. URL: <https://doi.org/10.1080/13574809.2018.1469402>
12. Batagan L. Indicators for Economic and Social Development of Future Smart City. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 2011, vol. 6, no. 3, pp. 27–34.
13. Zygiaris S. Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 2012, vol. 4, iss. 2, pp. 217–231. URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4>
14. Giffinger R., Gudrun H. Smart Cities Ranking: An Effective Instrument for the Positioning of the Cities? *ACE: Architecture, City and Environment*, 2010, vol. 4, iss. 12, pp. 7–26.
15. Arnold E. Evaluating Research and Innovation Policy: A Systems World Needs Systems Evaluations. *Research Evaluation*, 2004, vol. 13, iss. 1, pp. 3–17. URL: <https://doi.org/10.3152/147154404781776509>
16. Holman N. Incorporating Local Sustainability Indicators into Structures of Local Governance: A Review of the Literature. *Local Environment*, 2009, vol. 14, iss. 4, pp. 365–375.

17. Edler J., Berger M., Dinges M., Gok A. The Practice of Evaluation in Innovation Policy in Europe. *Research Evaluation*, 2012, vol. 21, iss. 3, pp. 167–182.
18. Попов Е.В., Семячков К.А. Систематизация подходов к оценке развития умных городов // Экономика региона. 2020. Т. 16. № 1. С. 14–27.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematizatsiya-podhodov-k-otsenke-razvitiya-umnyh-gorodov/viewer>
19. Anthopoulos L., Janssen M., Weerakkody V. A Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking. *International Journal of Electronic Government Research*, 2016, vol. 12, iss. 2, pp. 77–93.
URL: <https://doi.org/10.4018/ijegr.2016040105>
20. Попов Е.В., Семячков К.А. Семь приоритетов развития «умных» городов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2020. Т. 16. Вып. 2. С. 200–216. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.16.2.200>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

THE MATRIX OF SMART CITY INDICATORS

Evgenii V. POPOV ^{a,*},
Konstantin A. SEMYACHKOV ^b

^a Ural Institute of Management, Branch of RANEPA,
Yekaterinburg, Russian Federation
epopov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5513-5020>

^b Ural Institute of Management, Branch of RANEPA,
Yekaterinburg, Russian Federation
k.semyachkov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0998-0183>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 331/2020
Received 1 June 2020
Received in revised form
18 June 2020
Accepted 5 July 2020
Available online
27 April 2023

JEL classification: R11,
R58

Keywords: smart city,
digital economy,
municipal economy,
spatial development,
regional economy

Abstract

Subject. The article discusses the approaches to evaluating the evolution of smart cities.

Objectives. We unfold methodological approaches to evaluating the evolution of smart cities.

Methods. A system logic analysis is the main method of research. The theoretical underpinning comprises proceedings by foreign scholars, organizations and technological companies, which evaluate the urban digitalization, devise tools to study its impact on socio-economic and environmental properties of modern cities.

Results. Having analyzed the existing approaches, we discovered three types of such methods. First, approaches examining some constituents of smart cities. Second, examining levels or phases of smart city development. Third, some specific aspects to study the development of smart cities. Sorting out the approaches, we propose our own approach that concurrently studies constituents of smart cities and their development phases. Thus, metrics of smart city development help evaluate some aspects of smart cities and the evolution of the processes.

Conclusions. To monitor the performance of projects and initiatives, smart city development metrics should be measurable and give a fair view of the digitalization processes in the urban environment, considering interests of all stakeholders.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

Please cite this article as: Popov E.V., Semyachkov K.A. The Matrix of Smart City Indicators. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2023, vol. 22, iss. 4, pp. 749–771.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.4.749>

Acknowledgments

The article was adapted from the *National Interests: Priorities and Security* journal, 2020, vol. 16, iss. 8.

References

1. Purnomo F., Prabowo H.M. Smart City Indicators: A Systematic Literature Review. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 2016, vol. 8, no. 3, pp. 161–164.
2. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 2011, vol. 18, iss. 2, pp. 65–82.
URL: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
3. Gil-Garcia J.R. Towards a Smart State? Inter-agency Collaboration, Information Integration, and Beyond. *Information Polity*, 2012, vol. 17, iss. 3, 4, pp. 269–280.
URL: <https://doi.org/10.3233/IP-2012-000287>
4. Bolivar M.P.R. Transforming City Governments for Successful Smart Cities. Springer International Publishing, 2015, 185 p.
5. Bifulco F., Tregua M., Caterina C., D'Auria A. ICT and Sustainability in Smart Cities Management. *International Journal of Public Sector Management*, 2016, vol. 29, iss. 2, pp. 132–147. URL: <https://doi.org/10.1108/IJPSM-07-2015-0132>
6. Silva B., Khan M., Han K. Towards Sustainable Smart Cities: A Review of Trends, Architectures, Components, and Open Challenges in Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, 2018, vol. 38, pp. 697–713. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053>
7. Albino V., Berardi U., Dangelico R.M. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 2015, vol. 22, iss. 1, pp. 3–21. URL: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
8. Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W. Modelling the Smart City Performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2010, vol. 25, iss. 2, pp. 137–149. URL: <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660325>
9. Cocchia A. Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. In: Dameri R., Rosenthal-Sabroux C. (eds) *Smart City. Progress in IS*. Springer, Cham., 2014, pp. 13–43. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-06160-3_2
10. Khatoun R., Zeadally S. Smart Cities: Concepts, Architectures, Research Opportunities. *Communications of the ACM*, 2016, vol. 59, no. 8, pp. 46–57.
URL: <https://doi.org/10.1145/2858789>
11. Caird S.P., Hallett S.H. Towards Evaluation Design for Smart City Development. *Journal of Urban Design*, 2019, vol. 24, iss. 2, pp. 188–209.
URL: <https://doi.org/10.1080/13574809.2018.1469402>
12. Batagan L. Indicators for Economic and Social Development of Future Smart City. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 2011, vol. 6, no. 3, pp. 27–34.

13. Zygiaris S. Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*, 2012, vol. 4, iss. 2, pp. 217–231.
URL: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0089-4>
14. Giffinger R., Gudrun H. Smart Cities Ranking: An Effective Instrument for the Positioning of the Cities? *ACE: Architecture, City and Environment*, 2010, vol. 4, iss. 12, pp. 7–26.
15. Arnold E. Evaluating Research and Innovation Policy: A Systems World Needs Systems Evaluations. *Research Evaluation*, 2004, vol. 13, iss. 1, pp. 3–17.
URL: <https://doi.org/10.3152/147154404781776509>
16. Holman N. Incorporating Local Sustainability Indicators into Structures of Local Governance: A Review of the Literature. *Local Environment*, 2009, vol. 14, iss. 4, pp. 365–375.
17. Edler J., Berger M., Dinges M., Gok A. The Practice of Evaluation in Innovation Policy in Europe. *Research Evaluation*, 2012, vol. 21, iss. 3, pp. 167–182.
18. Popov E.V., Semyachkov K.A. [Systematization of approaches to assessing the development of smart cities]. *Ekonomika regiona = Economy of Region*, 2020, vol. 16, no. 1, pp. 14–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematizatsiya-podhodov-k-otsenke-razvitiya-umnyh-gorodov/viewer> (In Russ.)
19. Anthopoulos L., Janssen M., Weerakkody V. A Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking. *International Journal of Electronic Government Research*, 2016, vol. 12, iss. 2, pp. 77–93.
URL: <https://doi.org/10.4018/ijegr.2016040105>
20. Popov E.V., Semyachkov K.A. [Seven development priorities for smart cities]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2020, vol. 16, iss. 2, pp. 200–216. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.16.2.200>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.