

А.А. Божья-Воля

Технологии «умного города»: оценка социально- экономических эффектов

УДК 332.14

Аннотация. В исследовании представлен новый для российской практики подход к комплексной оценке «конечных» социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города»: обобщены городские, социальные и экономические сервисы, для предоставления которых могут применяться «умные» технологии; определены типы показателей, которые целесообразно применять для оценки эффективности подобных проектов; предложена методология расчета интегральной оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» в отдельном населенном пункте. Для апробации предлагаемой методологии были рассчитаны пять показателей социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» в Перми (в сферах городской мобильности и энергоэффективности в уличном освещении и бюджетных учреждениях).

Ключевые слова: «умный город»; управление развитием города; цифровые технологии; социально-экономические эффекты; конечные эффекты

Введение

Повышение качества жизни в городах в настоящее время невозможно без внедрения современных технологий: интернета вещей, ГИС-навигации, разного рода приложений для использования городских сервисов, цифровых платформ получения государственных и муниципальных услуг, шеринг-экономики и др. Как за рубежом, так и в России цифровизация городской жизни развивается чрезвычайно активно.

В европейских и азиатских странах и в США сформированы расширенные стандарты «умных городов», описывающие диапазон технологий, которые могут применяться для более эффективного управления мобильностью в городе, его благоустройством, энергоэффективностью, вовлеченностью жителей в решение

оперативных и стратегических вопросов развития города^{1,2,3}, [Woetzel, 2018]. Регулярно формируются рейтинги самых высокотехнологичных городов мира, что косвенно отражает и более высокий уровень качества городской среды^{4,5} [Toh, 2022]. В России также разработан рейтинг IQ городов⁶ и стандарт «умного города»⁷ для городов с численностью более 100 тыс. человек.

Тем не менее данные стандарты и рейтинги определяют скорее диапазон сфер и степень распространенности использования технологий «умного города», а не их воздействие на городское развитие. Но расширение диапазона данных технологий не должно становиться самоцелью. Правительства делают города «умнее» с целью создания более эффективной и комфортной для проживания среды, стимулирования экономического роста, повышения уровня жизни и вовлеченности граждан. Именно эти «конечные эффекты» внедрения технологий «умного города» и должны быть ориентиром для мониторинга достижения целей их внедрения.

В связи с этим в исследовательской, аналитической, методической литературе сформировалось отдельное направление по оценке социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города»^{8,9,10,11}. В данных руководствах разделяются три уровня такого рода оценки: inputs (ресурсы), outputs (непосредственные

¹ Mapping smart cities in the EU (2014). European Parliament Publications Office, 2014. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/3408>

² Smart Cities Readiness Guide (2015). Smart Cities Council URL: https://www.smartcitiescouncil.com/sites/default/files/2023-01/Smart%20Cities%20Council%20Readiness-Guide_V2%202015.pdf

³ Trends for smart city strategies in Emerging Asia (2019). OECD Regional Development Working Papers, No. 2019/10, OECD Publishing, Paris, DOI: 10.1787/4fce080-en

⁴ Smart City Index 2021. URL: <https://imd.cld.bz/Smart-City-Index-2021>

⁵ The Cities of the Future Index. URL: <https://easyparkgroup.com/studies/cities-of-the-future/en/>

⁶ Сайт проекта «умный город». URL: <https://russiasmartcity.ru/iq>

⁷ Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «умный город»), утвержденные Приказом Минстроя России от 11.05.2022 г. № 357/пр

⁸ CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities (2017), DOI:10.13140/RG.2.2.17148.23686

⁹ ISO 37122:2019(en) Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:vl:en>

¹⁰ OECD (2020) Measuring smart cities' performance: Do smart cities benefit everyone? Proceedings from the 2nd OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth, OECD Regional Development Papers, No. 18, OECD Publishing, Paris. URL: <https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>

¹¹ Smart Cities and Communities: A Key Performance Indicators Framework (2022). National Institute of Standards and Technology Special Publication 1900–206, 60 pages <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1900-206-upd1>

результаты) и outcomes (конечные эффекты). В существующих стандартах и рейтингах «умных городов» используемые индикаторы представляют собой преимущественно «непосредственные результаты». В рамках настоящего исследования были разработаны показатели «конечных эффектов» внедрения технологий «умного города» для ряда сфер жизнедеятельности города.

В целом, при формировании комплексной системы оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» необходимо определить следующее:

- наиболее полный перечень сфер, в которых могут применяться данные технологии;
- требования к показателям, которые целесообразно применять для оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий;
- методологию расчета интегральной оценки социально-экономических эффектов внедрения таких технологий для отдельного города.

Данная логика определила структуру исследования. В завершении исследования представлены примеры расчета показателей социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» в Перми в сферах управления городской мобильностью, общественной безопасностью, энергоэффективности в уличном освещении и ЖКХ (на объектах социальной инфраструктуры).

Сферы, в которых могут применяться технологии «умного города»

«Умный город» в широком смысле можно рассматривать как «город, стремящийся решать общественные проблемы с помощью информационно-коммуникационных технологий на основе многостороннего партнерства»¹². Вслед за инициативами развитых стран по развитию «умных городов», таких как IBM Smart Planet, i-Japan Strategy 2015 и в значительной степени стратегия Europe-2020, данная концепция перспективного городского развития стала глобальным явлением. Применение современных интегрированных платформ мониторинга всех сфер городского хозяйства было признано наиболее эффективным способом преодоления

¹² Mapping smart cities in the EU (2014). European Parliament Publications Office, 2014. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/3408>

возникающих проблем городов в отношении экономического развития, использования ресурсов, качества жизни, временных затрат на мобильность^{13,14} [Zheng et al., 2020; Patnaik et al., 2022].

Внедрение цифровых технологий в городские сервисы происходит не только по инициативе органов власти и крупных IT-компаний, но и, безусловно, в ответ на запрос общественности. Жители современных городов, активно использующие многочисленные цифровые сервисы частного сектора, привыкают экономить свое время и усилия (дистанционное оформление документов, решение вопросов «в один клик» и т.д.). Соответственно, они предъявляют дополнительные требования и к городским сервисам.

В зарубежной практике стратегии «умного города» используют многомерный подход для максимизации синергии и минимизации негативных побочных эффектов, как это могло бы произойти, например, если приоритет отдавался бы стратегии «умной экономики», наносящей ущерб окружающей среде^{15,16} [Patnaik et al., 2022].

Сегодня в зарубежной и российской практике различные технологии «умного города» применяются во всех городских, экономических и социальных сферах (табл. 1).

Российский стандарт «умного города» также был сформирован по принципу выделения сфер городского хозяйства (или «городских сервисов»). Тем не менее можно отметить ряд существенных отличий в направлениях развития «умного города» в России по сравнению с зарубежными странами. Первая версия стандарта была утверждена Минстроем России в 2019 г.¹⁷ и скорректирована в 2022 г.¹⁸ (табл. 2).

¹³ Mapping smart cities in the EU (2014). European Parliament Publications Office, 2014. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/3408>

¹⁴ Trends for smart city strategies in Emerging Asia, OECD Regional Development Working Papers, No. 2019/10, OECD Publishing, Paris, DOI: 10.1787/4fcef080-en

¹⁵ Mapping smart cities in the EU (2014). European Parliament Publications Office, 2014. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/3408>

¹⁶ CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities (2017), DOI:10.13140/RG.2.2.17148.23686

¹⁷ «Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «умный город»», утвержденные заместителем Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ 04.03.2019.

¹⁸ Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 11 мая 2022 г. № 357/пр «б организации исполнения ведомственного проекта Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации по цифровизации городского хозяйства «умный город».

Таблица 1. Сферы городской жизни, в которых могут применяться технологии «умного города»

Сфера городской жизни	The Smart Cities Readiness Guide, 2015 (USA)*	Smart City characteristics, 2014 (OECD)**	Smart City domains identified in Asia***, 2019****	Стандарт «умного города», 2022 (РФ)*****
<i>Городское хозяйство (городские сервисы)</i>				
Управление городской мобильностью	Transportation	Smart Mobility	Smart transport	Транспорт
Организация работы общественного транспорта				Безопасность
Жилищная политика		Smart Living		Жилищно-коммунальное хозяйство Энергетика
Коммунальная инфраструктура:				
теплоснабжение				
водоснабжение и водоотведение	Water and wastewater			
электрообеспечение	Energy	Smart Environment	Smart environment	Экология
газоснабжение				
Вывоз и утилизация ТКО	Waste management			Городская среда Молодежная политика Предпринимательство
Качество воздуха и озеленение территории				
Уличное освещение				
Государственные и муниципальные услуги	Payments and finance	Smart Governance	Smart governance/ Digital Government	Строительство Геоинформационные технологии
Градоуправление	Built environment		Smart people	
Общественная безопасность	Public safety	Smart Living		Городская среда

Примечание: *Smart Cities Readiness Guide (2015). Smart Cities Council URL: https://www.smartcouncil.com/sites/default/files/2023-01/Smart%20Cities%20Council%20Readiness-Guide_V2%2020215.pdf. **Mapping smart cities in the EU (2014). European Parliament Publications Office, 2014. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2861/3408> ***Тайланд, Сингапур, Индонезия ****Trends for smart city strategies in Emerging Asia (2019). OECD Regional Development Working Papers, No. 2019/10. OECD Publishing, Paris, DOI: 10.1787/4fce080-en *****Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «умный город»), утвержденные Приказом Минстроя России от 11.05.2022 г. № 357/пр

Городская среда
(в части Индекса качества городской среды)

Сфера городской жизни	The Smart Cities Readiness Guide, 2015 (USA)*	Smart City characteristics, 2014 (OECD)**	Smart City domains identified in Asia***, 2019****	Стандарт «умного города», 2022 (РФ)*****
<i>Социальная сфера (социальные сервисы)</i>				
Здравоохранение	Health and human services	Smart Living		Здравоохранение
Социальная поддержка				Smart people/ Digital Society
Образование		Smart People		Образование
Рынок труда (цифровые навыки)				Молодежная политика
Культура				Наука и высшая школа
Спорт				Культура
				Спорт
<i>Содействие экономическому развитию территории и вовлечение граждан в решение вопросов местного значения (экономические сервисы и вовлечение жителей)</i>				
Экономическое развитие		Smart Economy	Smart economy/ Digital Economy	Предпринимательство
Обеспечение доступа к высокоскоростному интернету и сотовой связи	Telecommunications		Digital Society	Городская среда
Брендинг территории			Smart branding	
Цифровая трансформация системы муниципального управления		Smart Governance	Digital Government	Цифровая трансформация
Вовлечение граждан в решение вопросов местного значения			Digital Society	Обратная связь с гражданами Городская среда

Таблица 2. Направления внедрения в России технологий «умного города» в регламентирующих документах

Стандарт-2019	Стандарт-2022
1. Городское управление	1. Обратная связь с гражданами
2. Умное ЖКХ	2. Городская среда
3. Инновации для городской среды	3. Жилищно-коммунальное хозяйство
4. Умный городской транспорт	4. Строительство
5. Интеллектуальные системы общественной безопасности	5. Энергетика
6. Интеллектуальные системы экологической безопасности	6. Безопасность
7. Инфраструктура сетей связи	7. Геоинформационные технологии
8. Туризм и сервис	8. Здравоохранение
	9. Культура
	10. Молодежная политика
	11. Наука и высшая школа
	12. Образование
	13. Предпринимательство
	14. Социальная сфера
	15. Спорт
	16. Транспорт
	17. Цифровая трансформация
	18. Экология

Источник. Составлено автором на основе «Базовых и дополнительных требований к «умным городам» (стандарт «умный город)», утвержденных 04.03.2019 г. и 11.05.2022 г.

Можно отметить, что понятие «умного города» в регламентирующих документах 2022 г. представлено как более обобщенная концепция, предусматривающая цифровизацию не только сфер городского хозяйства, но и всех государственных услуг, которыми пользуется житель города на его территории.

В целом, данная тенденция соответствует зарубежной практике. Но в российском стандарте «умного города» разделение данных сервисов неравномерно. С одной стороны, к блоку «Городской среды» отнесен Индекс качества городской среды, комплексно оценивающий более 10 сфер. С другой – выделены сферы, которые в зарубежной практике включаются в более обобщенные блоки: среди городских сервисов – строительство, геоинформационные технологии; среди социальных – молодежная политика, наука и высшее образование, культура, спорт; среди экономических сервисов и вовлечения жителей – предпринимательство, цифровая трансформация, обратная связь с гражданами.

Как бы то ни было, и в российских и в зарубежных стандартах «умных городов» отражены практически все экономические и социальные городские сервисы.

Требования к показателям оценки социально-экономических эффектов от внедрения технологий «умного города»

Стандарты и рейтинги «умных городов» являются важным инструментом оценки различных стадий их развития. Это ощущается даже в формулировках стандартов, эволюционировавших от уровня «совокупности датчиков и видеокамер» («Умный город 1.0») до уровня внедрения Единых систем видеонаблюдения, освещения, управления городской уличной дорожной сетью, и др. («Умный город 2.0»)¹⁹. По мере достижения крупнейшими городами уровня «Умный город 2.0.» фокус внимания исследователей и руководителей соответствующих проектов переместился с мониторинга формальных показателей на анализ «конечных» социально-экономических эффектов (*outcomes*) внедрения технологий «умного города».

Именно на «конечных эффектах» фокусируют внимание наиболее актуальные модели оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» – OECD Smart City Measurement Framework²⁰ и Smart Cities and Communities: A Key Performance indicators Framework²¹. В самом деле, распространение по городу технологий «интернета вещей» либо разработка платформ электронных услуг и обратной связи не являются конечной целью значительных инвестиций в развитие «умных городов».

Авторы названных моделей определяют «выгоды для общества» как приложения, которые приносят пользу людям и предприятиям и обеспечивают равный доступ к разного рода

¹⁹ Технологии для умных городов (доклад) (2017). СПб.: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». 110 с. URL: https://csr-nw.ru/upload/iblock/f6e/doklad_tehnologii_dlya_umnyh_gorodov.pdf

²⁰ OECD (2020) Measuring smart cities' performance: Do smart cities benefit everyone? Proceedings from the 2nd OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth, OECD Regional Development Papers, No. 18. OECD Publishing, Paris. URL: <https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>

²¹ Smart Cities and Communities: A Key Performance Indicators Framework (2022). National Institute of Standards and Technology Special Publication 1900–206, 60 p. URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1900-206-upd1>

благам и услугам, в том числе для личной безопасности, роста бизнеса и рабочих мест, здравоохранения, качества окружающей среды и других факторов качества жизни, включая искусство и развлечения²². Типичными показателями «конечных эффектов» могут быть сокращение времени на дорогу к месту работы, удовлетворенность жизнью или городом или экономия энергии²³. В таблице 3 представлены примеры показателей «непосредственных результатов» и «конечных эффектов».

Таблица 3. Примеры показателей «непосредственных результатов» и «конечных эффектов» при оценке социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города»

Показатели «непосредственных результатов»	Показатели «конечных эффектов»
Управление городской мобильностью	
Количество камер видеонаблюдения, размещенных на дорогах города (шт., на единицу площади)	Экономия расходов жителей города, достигаемая благодаря сокращению времени на маятниковую миграцию, в год, тыс. руб.
Количество сенсоров, установленных на парковочных площадках (шт., на единицу площади)	Снижение транзакционных издержек по поиску и оплате парковочного места в городе, в год, тыс. руб.
Обеспечение доступа к высокоскоростному Интернету и сотовой связи	
Количество точек доступа 5G (шт., на единицу площади города/на количество жителей)	Количество активных пользователей городских онлайн-сервисов (чел. на количество жителей)

Источник. Составлено автором.

При переходе от оценки «непосредственных результатов» к определению «конечных эффектов» важно также учитывать, что на последние могут влиять и внешние факторы, например,

²² Smart Cities and Communities: A Key Performance Indicators Framework (2022). National Institute of Standards and Technology Special Publication 1900–206, 60 p. URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1900-206-upd1>

²³ OECD (2020) Measuring smart cities' performance: Do smart cities benefit everyone? Proceedings from the 2nd OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth, OECD Regional Development Papers, No. 18. OECD Publishing, Paris. URL: <https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>

экономическая или эпидемиологическая обстановка, уровень цифровой грамотности населения города и пр. Поэтому для оценки эффективности внедрения технологий «умного города» нужно устанавливать индикаторы социально-экономических эффектов, в наибольшей степени сфокусированные именно на этих технологиях. Так, например, при оценке эффектов в сфере общественной безопасности целесообразно использовать не показатель «Количество случаев насилия, покушений и преступлений на 100 000 человек»²⁴, а «Доля преступлений, раскрытых на основании данных камер видеонаблюдения в общественных местах (%)».

Второе требование, которое целесообразно применять к показателям оценки социально-экономических эффектов – это учет интересов всех стейкхолдеров. Существующие стандарты и рейтинги «умных городов» не всегда принимают во внимание степень вовлечения заинтересованных сторон (правительств, гражданского общества, частного сектора, научных кругов и т.д.) в проектирование «умных городов»²⁵. Важно, с одной стороны, понимать межведомственный характер развития «умного города», предполагающий тесное взаимодействие различных структурных подразделений городской администрации. С другой – постоянно помнить об интеграции усилий органов местного самоуправления, коммерческих и общественных организаций для общей цели – перехода к «цифровому городу». Такого рода «интеграция усилий» – это, например, вовлечение жителей в решение конкретных городских проблем через порталы «обратной связи» («Активный гражданин», «Управляем вместе» и др.), что повышает доверие граждан местным органам власти и сокращает издержки на мониторинг состояния объектов локальной инфраструктуры (в некоторой степени). Соответственно, при оценке социально-экономических эффектов внедрения данных технологий «умного города» целесообразно использовать как показатель «Сокращение расходов на мониторинг состояния объектов городской инфраструктуры (экономический эффект для органов власти)»,

²⁴ CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities (2017), DOI:10.13140/RG.2.2.17148.23686

²⁵ OECD (2020) Measuring smart cities' performance: Do smart cities benefit everyone? Proceedings from the 2nd OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth, OECD Regional Development Papers, No. 18, OECD Publishing, Paris. URL: <https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>

так и «Увеличение уровня доверия граждан органам местного самоуправления (социальный эффект для жителей)».

Третье важное требование, которому, по мнению автора, должны соответствовать показатели оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» – это сосредоточение на выявленных «источниках» повышения эффективности. В сущности, для разных сфер городских и социальных сервисов, в которых применяются одинаковые технологии, социально-экономические эффекты однотипны. Например, применение технологий «интернета вещей» позволяет сокращать операционные расходы и транзакционные издержки и в управлении городским пассажирским транспортом, и в организации работы городских служб/подрядчиков по механизированной уборке территории.

В связи с этим важно сформировать межотраслевой подход к типологизации социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города». Так, в одной из работ были представлены четыре главные «плоскости», которые стимулируют социокультурные и экономические эффекты от практического внедрения концепции «умного города»: 1) управление процессами; 2) оптимизация инфраструктуры, 3) инновации в области социальных институтов и 4) инновации технико-экономического характера [Попов и др., 2020].

Для целей настоящего исследования, по мнению автора, целесообразно первый блок «управление процессами» разделить на снижение операционных издержек при автоматизации бизнес-процессов для органов власти и транзакционных издержек при цифровизации городских (и социальных) сервисов для жителей города и бизнес-сообщества. В «оптимизации инфраструктуры» выделить городскую мобильность и доступность и энергоэффективность городского хозяйства. В «инновациях в области социальных институтов» имеет смысл сфокусироваться на аккумулировании общественных ресурсов (как финансовых, так и интеллектуальных). А четвертая «плоскость», предложенная в упомянутой работе, представляется темой отдельного исследования.

Таким образом, автором были сформированы пять типов позитивных «конечных эффектов», которые целесообразно

отслеживать для оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города»:

1) улучшение условий городской мобильности и городской доступности;

2) автоматизация бизнес-процессов по управлению сферами городского хозяйства, повышение их эффективности;

3) повышение энергоэффективности городского хозяйства;

4) цифровизация процессов взаимодействия жителей города и бизнес-сообщества с органами власти (всех уровней) (и бюджетными учреждениями), ранее выполнявшихся в очном формате (непосредственного посещения административного здания);

5) аккумулирование общественных ресурсов для развития сфер городского хозяйства.

Для показателей первого типа «Городская мобильность» социально-экономические эффекты рассматриваются в русле перемещения по городу (для жителей) и логистики (для бизнеса) и «городской доступности» (для жителей и бизнес-сообщества).

«Конечные эффекты» второго типа «Автоматизация бизнес-процессов» для жителей должны отслеживать улучшение общественной безопасности, качества воды/воздуха и городского освещения, качество работ городских служб по механизированной уборке городской территории, по вывозу и утилизации ТБО и др. В то время как для органов власти (разного уровня) они отражают снижение расходов на мониторинг состояния соответствующих сфер городского хозяйства либо работы подрядчиков.

Показатели типа «Повышение энергоэффективности городского хозяйства» для муниципальных органов власти выражаются в снижении расходов бюджета на освещение улиц, обслуживание муниципальных зданий, снижение потребления электроэнергии в жилых домах, увеличение аккумулирующей способности энергосистемы города с использованием альтернативных источников энергии и т.д.

«Цифровизация процессов взаимодействия жителей города и бизнес-сообщества с органами власти» направлена на снижение транзакционных издержек для жителей и бизнеса (в части «первое посещение» и «посещение для получения результата») и для органов власти (разных уровней) в части организационных затрат по контролю процедуры обработки обращений граждан и т.д.

«Аккумуляция общественных ресурсов» важно оценивать как динамику привлечения от жителей города интеллектуального участия (их вовлечения в процессы городского планирования), краудфандинга, сопроизводства на базе электронных платформ, поступлений от «шеринг-экономики»; от бизнес-сообщества – финансирования, привлеченного при реализации ГЧП-проектов, E-commerce, вовлечение ресурсов операторов сотовой связи и т.д.

Расчет интегральной оценки социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города»

При определении методологии комплексной оценки «Умного города» важно установить правило расчета интегрального (итогового) показателя. В предыдущих исследованиях можно выделить несколько подходов к данной проблеме: расчет стоимостного эквивалента общественных выгод [Woetzel, 2018]; построение профилей наполненности цифровой инфраструктурой²⁶ [Ahvenniemi et al., 2017; Антонова, 2020]; расчет интегрального индекса²⁷ [Курчеева, 2019].

Для целей настоящего исследования применялась методика расчета стоимостного эквивалента общественных выгод. Экономические эффекты в данном случае оцениваются как *экономика*, достигаемая за счет сокращения объемов потребления ресурсов (в денежном выражении), и *величина*, эквивалентная сокращению транзакционных издержек всех экономических агентов (органов власти, компаний и предпринимателей, жителей и гостей города). Социальные эффекты оцениваются как *стоимостной эквивалент*, например, человеческой жизни (при снижении смертности при ДТП).

Комплекс разработанных автором показателей оцениваемых социально-экономических эффектов может быть представлен следующим образом.

I. Городская мобильность

²⁶ Europeansmartcities 3.0 (2014). URL: <https://www.smart-cities.eu/index.php?cid=5&city=47&ver=3>

²⁷ Smart Cities and Communities: A Key Performance Indicators Framework (2022). National Institute of Standards and Technology Special Publication 1900–206, 60 p. URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1900-206-upd1>

а. экономия расходов за счет сокращения времени на маятниковую миграцию (тип 1, экономический эффект для жителей);

б. экономия расходов за счет сокращения времени ожидания городского пассажирского транспорта (тип 1, экономический эффект для жителей);

с. экономия расходов на мониторинг работы перевозчиков (тип 2, экономический эффект для органов власти);

д. экономия расходов на мониторинг состояния уличной дорожной сети (тип 2, экономический эффект для органов власти);

е. снижение операционных расходов при переходе к бескондукторной электронной системе оплаты проезда (тип 2, экономический эффект для органов власти);

ф. снижение издержек по поиску и оплате парковочного места в городе (тип 1, экономический эффект для жителей);

г. снижение издержек при использовании мультимодальной системой городского пассажирского транспорта (тип 1, экономический эффект для жителей); и др.

II. Безопасность

в общественных местах

а. снижение смертности от преступлений (тип 2, социальный эффект для жителей);

б. снижение расходов на содержание полицейских патрулей в местах массового пребывания людей (тип 2, экономический эффект для органов власти); и др.

на дорогах

а. снижение смертности от ДТП (тип 2, социальный эффект для жителей), и др.

также на городском пассажирском транспорте, в социальных объектах ...

III. «Умное освещение»

а. экономия расходов на содержание сетей наружного освещения (тип 3, экономический эффект для органов власти);

б. увеличение аккумулирующей способности энергосистемы города с использованием альтернативных источников энергии (тип 3, экономический эффект для органов власти); и др. ...

IV. «Умное ЖКХ» на объектах социальной сферы

а. экономия расходов на оплату водоснабжения объектов социальной сферы (тип 3, экономический эффект для органов власти);

в. экономия расходов на оплату отопления объектов социальной сферы (тип 3, экономический эффект для органов власти); и др.

Методология расчета стоимостного эквивалента общественных выгод заключается в суммировании величин всех выявленных на определенной территории экономических и социальных эффектов за несколько лет реализации проекта «умный город».

Примеры расчета отдельных показателей социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города» в Перми

Предлагаемая автором методика уникальна для российской практики. Среди российских исследователей процессов внедрения технологий «умного города» выделяются четыре основных направления. Фокус внимания первой группы авторов сосредоточен на инструментах «умного города» в стратегиях развития городов и использовании государственной поддержки специализированных государственных программ [Костко и др., 2022; Вертакова и др., 2019]. Вторая группа авторов применяет для анализа внедрения технологий «умного города» преимущественно количественные методы оценки [Арбузов, Арбузова, 2019; Акимова и др., 2021; Елохов, 2020; Антонова, 2020]. Третья группа считает более приоритетным для оценки эффективности внедрения данных технологий использовать экспертное мнение и опросы жителей [Курчеева, 2019; Ишкинеева и др., 2021; Багрян, 2021]. Также следует отметить авторов, которые сфокусированно изучают более узкие тематики развития «умного города», например, применение механизма ГЧП [Парахина и др., 2019].

Для апробации разработанной методологии была проведена оценка социально-экономических эффектов внедрения данных технологий для г. Перми в сферах управления городской мобильностью, «умного освещения» и «умного ЖКХ» (на объектах социальной сферы) на примере следующих показателей:

1) экономия расходов жителей города, достигаемая благодаря сокращению времени на маятниковую миграцию, в год, тыс. руб.;

2) экономия расходов жителей города за счет сокращения времени ожидания городского пассажирского транспорта, в год, тыс. руб.;

3) экономия бюджетных расходов на содержание сетей наружного освещения, благодаря замене устаревших ламп на «умные» светильники в год, тыс. руб.;

4) экономия расходов муниципалитета на оплату отопления бюджетных учреждений, за счет внедрения системы мониторинга подачи коммунальных ресурсов «Город на ладони», в год, руб.;

5) экономия расходов муниципалитета на оплату водоснабжения бюджетных учреждений, благодаря внедрению системы мониторинга подачи коммунальных ресурсов «Город на ладони», в год, руб.

Для расчета показателя 1 были оценены:

- экономия времени на перемещение по городу (маятниковую миграцию, мин.), в 2023 г. по сравнению с 2018 г. (расчет производился на основании данных Пермской дирекции дорожного движения о скорости движения транспортных потоков на 21 наиболее загруженном перекрестке в 7 районах города Перми (в утреннее и вечернее время, км/ч)); показатели за 2023 г. были подтверждены наблюдениями о загруженности дорог (в утреннее и вечернее время) по данным сервиса Яндекс.Карты; средний радиус маятниковой миграции был определен как средняя удаленность данных перекрестков от исторического центра города);
- средняя номинальная начисленная заработная плата работников крупных и средних предприятий и организаций города за январь-декабрь 2021 г. за минуту работы, руб. (источник данных – Ежегодный отчет главы города Перми о результатах деятельности за год²⁸; пересчет данной величины производился с учетом 40-часовой рабочей недели)²⁹;
- количество жителей, осуществляющих маятниковую миграцию (на автомобиле, чел. в день), (расчет производился на основании данных Росстата о численности населения Перми в 2021 г. в возрасте 18–64 лет³⁰); количестве легковых

²⁸ Ежегодный отчет главы города Перми о результатах деятельности администрации города Перми за 2021 год. URL: <https://www.gorodperm.ru/structure/structure-msu/head2>

²⁹ Несмотря на то, что жители города, по сути, используют для маятниковой миграции свое личное время, но общераспространенной практикой при оценке экономических эффектов городской мобильности принято сопоставлять затраченное на данные поездки время со стоимостью рабочего времени жителей города.

³⁰ Росстат. База данных показателей муниципальных образований. Численность городского населения Перми по полу и возрасту на 1 января текущего года, 2021 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Munst.htm>

автомобилей на 1 тыс. жителей; и исходя из предположения, что только 50% жителей осуществляют маятниковую миграцию и не всегда в центре города работают два взрослых члена семьи (при среднем размере домохозяйства в Перми 2,77 чел., для расчета использовался коэффициент 1,5).

По результатам проведенных оценок, *экономия расходов жителей города, достигаемая благодаря сокращению времени на маятниковую миграцию (при принятых допущениях), – 5 млн руб. в день.* Это составляет 0,2% от «Объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг» в городе за день.

Для расчета показателя 2 были оценены:

- изменение времени ожидания автобуса и трамвая, мин., в 2023 г. по сравнению с 2018 г. (расчет производился на основании данных об интервалах движения маршрутных транспортных средств (автобусов и трамваев) в 2018 г., представленных в Комплексной схеме организации дорожного движения города Перми, утверждённой постановлением администрации города Перми от 31.01.2020 № 75-П, в сопоставлении с расчетом аналогичных показателей 2023 г. для 23 автобусных и 4 трамвайных маршрутов (другие маршруты невозможно сопоставить после модернизации маршрутной сети, проведенной в 2018–2020 гг.), которые были определены по данным о расписании на сайте «Общественный транспорт Перми»);

- средняя номинальная начисленная заработная плата работников крупных и средних предприятий и организаций города за январь-декабрь 2021 г. за минуту работы, руб.;

- количество перевезенных пассажиров на автобусах и в трамваях в рабочие дни (для целей маятниковой миграции), млн чел. (в год) (источник данных – Ежегодный отчет главы города Перми о результатах деятельности за 2021 г.; было принято предположение, что для целей маятниковой миграции в рабочие дни было перевезено 70% данных пассажиров).

По результатам проведенных оценок было выявлено, что *среднее время ожидания автобуса в 2023 г. по сравнению с 2018 г. увеличилось на 0,5 мин., а трамвая – сократилось на 0,3 мин.* Соответственно, *экономия расходов жителей города, достигаемая благодаря сокращению времени ожидания городского пассажирского транспорта, является отрицательной*

и составила $(-1,1)$ млн руб. Это соответствует 0,04% от «Объема отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг» в городе за день.

Для расчета показателя 3 на основании данных о финансировании муниципальной программы «Организация дорожной деятельности в городе Перми» (утвержденной постановлением администрации города Перми от 19 октября 2018 г. № 782 в части «Возмещения затрат на содержание сетей наружного освещения (п. 1.1.4.1.1.1.)):

- была оценена экономия расходов на эксплуатацию 1 км сетей наружного освещения, достигнутая в 2022 г. (после масштабной замены в 2021 г. устаревших светильников на светильники с системой интеллектуального управления);
- рассчитан объем бюджетных средств, которые удалось сэкономить в 2022 г. на сетях наружного освещения, эксплуатировавшихся еще в 2021 г. (т.е. без учета увеличения протяженности сетей в 2022 г.).

По результатам проведенных оценок было выявлено, что экономия расходов на содержание сетей наружного освещения в Перми, благодаря замене устаревших ламп на «умные» светильники, в 2022 г. составила примерно 46 млн руб. (в год).

Расчет показателей 4, 5 и 6 отражает результаты реализации пилотного проекта по внедрению энергоэффективных технологий «Город на ладони», в рамках которого в 2021 г. данная система была установлена в 45 социальных объектах Кировского района Перми (в школах и детских садах, в городской детской поликлинике и Пермском химико-технологическом техникуме). Данная система предусматривает мониторинг и оперативную корректировку использования коммунальных ресурсов с помощью датчиков давления и температуры на сетях тепло- и водоснабжения в зданиях.

Для расчета размера экономии на оплату коммунальных ресурсов в рассматриваемых бюджетных учреждениях:

- были использованы данные о годовом потреблении тепловой энергии и водоснабжения в «типичной» крупной, либо средней (по площади) школе, и «типичном» крупном, либо среднем (по площади) детском саду (так как в зависимости от площади здания (и, соответственно, количества учащихся) потребление

коммунальных ресурсов значительно меняется, и использование усредненного значения показателя неэффективно);

- было принято, что доля ожидаемой экономии коммунальных ресурсов при установке системы «Город на ладони», по оценкам экспертов, составляет 20%.

По результатам проведенных оценок было выявлено, что размер экономии на оплату коммунальных ресурсов бюджетными учреждениями, благодаря внедрению системы мониторинга подачи коммунальных ресурсов «Город на ладони», составляет примерно 40 млн руб. в год.

Представленные расчеты, безусловно, являются приближенными. Тем не менее в ходе их проведения удалось уточнить, какие именно данные необходимо собрать для последующих более обоснованных калькуляций. Это позволит выстроить систему мониторинга социально-экономических эффектов внедрения технологий «умного города», по крайней мере, в части рассмотренных показателей. Уточнение методики расчетов этих пяти показателей и разработка более конкретизированных критериев оценки для других городских и социальных сервисов – перспектива дальнейшего развития представленной методологии.

Следует также обратить внимание, что вариативность оценивания эффектов в разные годы (в 2021, либо в 2022, либо в 2023 гг.) не имеет значения, поскольку предлагаемая методология предусматривает расчет накопленного эффекта с момента начала активного внедрения технологий «умного города» в Перми (2019–2020 г.).

Литература

Акимова, О.Е., Волков, С.К., Симонов А.Б. Переход к концепции «умный город» в регионах ЮФО: корреляционная матрица показателей умного и устойчивого города // Журнал СФУ. Гуманитарные науки. 2021. № 12. С. 1885–1897. DOI: 10.17516/1997–1370–0867

Антонова А.В. Развитие методики оценки города по критериям «Умного» города // Вопросы управления. 2020. № 6. С. 122–141.

Арбузов, В.О., Арбузова, Т.А. Условия внедрения технологий «Smart city» в крупнейших городах Приволжского федерального округа // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 8. С. 13–19. DOI: 10.24411/2411–0450–2019–11102

Багерян Г.А. Технологии «Умного города» как инструмент повышения качества жизни населения (на примере Ростовской области) // Электронный научный журнал «Управление в экономических и социальных системах». 2021. № 3 (9). URL: <http://www.journal-mes.ru>

Вертакова Ю.В., Трещевский Ю.И., Фирсова Н.В., Трещевский Д.Ю. «Умный город» как комплексный инновационный проект // Экономика предпринимательства и инноваций. 2019. № 3. С. 157–172

Елохов А.М. Совершенствование методики оценки внедрения технологий «Умного города» в крупнейших городах России // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 5–1. С. 177–183 DOI: 10.24411/2411–0450–2020–10402

Ишкинеева Ф.Ф., Озерова К.А., Ишкинеева Г.Ф. Образ «умного города» Иннополис: концепты и повседневность // Вестник Института социологии. 2021. Том 12. № 2. С. 143–157. DOI: 10.19181/vis.2021.12.2.719

Костко Н.А., Печеркина И.Ф., Попкова А.А. Модели реализации концепции «Умный город» в стратегиях социально-экономического развития крупных городов Российской Федерации // Вопросы государственного и муниципального управления. 2022. № 4. С. 197–223. DOI: 10.17323/1999–5431–2022–0–4–197–223

Курчеева Г.И. Комплексная оценка потенциала «цифрового города» // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 4. С. 55–66. DOI: 10.18721/JE.12405

Парахина В.Н., Борис О.А., Устаев Р.М., Воронцова Г.В., Момотова О.Н. Возможность применения механизма ГЧП при реализации проектов «умного города» // Финансовый журнал. 2019. № 6. С. 70–82. DOI: 10.31107/2075–1990–2019–6–70–82

Попов Е.В., Семячков К.А., Попова Г.И. Социально-экономические эффекты формирования умных городов // Проблемы развития территории. 2020. № 2 (106). С. 34–45. DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.3

Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., Airaksinen, M. What are the differences between sustainable and smart cities?, *Cities*, Volume 60, Part A, 2017, Pages 234–245, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>.

Patnaik S., Sen, S., Ghosh, S. Smart Cities and Smart Communities: Empowering Citizens through Intelligent Technologies. / Series: *Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2022. Vol. 294. Edition: 1st ed. 2022. Singapore: Springer. 2022. eBook

Toh, C.K. Smart city indexes, criteria, indicators and rankings: an in-depth investigation and analysis. *IET Smart Cities*. 2022. 4(3), 211–228. <https://doi.org/10.1049/smc2.12036>

Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., Sinha, S., Strube, G., Means, J., Law, J., Cadena, A., Tann, V. Smart Cities: Digital Solutions for a more Livable Future. McKinsey Global Institute, June 2018, 28 pages. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future> (дата обращения: 10.02.2023).

Zheng, C., Yuan, J., Zhu, L., Zhang, Y., Shao, Q. (2020). From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 258. No. 120689. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120689

Статья поступила 09.12.2022

Статья принята к публикации 02.03.2023

Для цитирования: *Божья-Воля А.А.* Технологии «умного города»: оценка социально-экономических эффектов // ЭКО. 2023. № 6. С. 50–71. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-6-50-71

Информация об авторе

Божья-Воля Анастасия Александровна (Пермь) – кандидат экономических наук, доцент. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики (Пермский филиал).

E-mail: abozhya-volya@hse.ru; ORCID: 0000–0002–8459–4875

Summary

A.A. Bozhya-Volya

Measuring “Smart City” Performance

Abstract. The study presents a new approach for Russian practice to a comprehensive assessment of the "final" socio-economic effects of the introduction of "Smart City" technologies: it summarizes urban, social and economic services, for the provision of which "smart" technologies can be used; it defines the types of indicators that are appropriate to assess the effectiveness of such projects; it proposes a methodology for calculating the integral assessment of social and economic effects of the introduction of "Smart City" technologies in a particular locality. To test the proposed methodology, five indicators of socio-economic effects of the introduction of "Smart City" technology in the city of Perm (in the areas of urban mobility and energy efficiency in street lighting and budgetary institutions) were calculated.

Keywords: *smart City; urban development; digital technologies; socio-economic effects; outcomes*

References:

Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, Vol. 60. Part A, Pp. 234–245, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>.

Akimova, O.E., Volkov, S.K., Simonov A.B. (2021). Transition to the Concept of «Smart City» in the Regions of the Southern Federal District: a Correlation Matrix of Indicators of a Smart and Sustainable City. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. Vol. 12. Pp. 1885–1897. (In Russ.) DOI: 10.17516/1997–1370–0867

Antonova A.V. (2020). Development of the city assessment technique by the criteria of a "Smart" City. *Management Issues*. No. 6. Pp. 122–141. (In Russ.). DOI: 10.22394/2304–3369–2020–6–122–141

Arbuzov, V.O., Arbuzova, T.A. (2019). Terms of implementation smart city technologies in the biggest cities of the Volga Federal district. *Journal of Economy and business*. Vol. 8. Pp. 13–19. (In Russ.). DOI: 10.24411/2411–0450–2019–11102

Bageryan, G.A. (2021) “Smart city” technologies as a potential way to increase the quality of life of the population (on the example of the Rostov region). *Online Scientific Journal “Management in Economic and Social Systems”*. No. 3 (9) (In Russ.).

Elokhov, A.M. (2020). Improving the methodology for assessment the implementation of “Smart city” technologies in the largest cities of Russia. *Journal of Economy and Business*. Vol. 5–1 (63). Pp. 177–183. (In Russ.). DOI: 10.24411/2411–0450–2020–10402

Ishkineeva, F.F., Ozerova, K.A., Ishkineeva, G.F. (2021). The Image of the "Smart City" Innopolis: Concepts and Everyday Life. *Vestnik instituta sotziologii*. Vol. 12. No. 2. Pp. 143–157. (In Russ.). DOI: 10.19181/vis.2021.12.2.719

Kostko, N.A., Pecherкина, I.F., Popkova, A.A. (2022). Implementation models for the "smart city" concept in the strategies for socio-economic development of large cities in the Russian Federation'. *Public Administration Issues*. Vol. 4. Pp. 197–223. (In Russ.). DOI: 10.17323/1999–5431–2022–04–197–223

Kurcheeva, G.I. (2019). A comprehensive assessment of the potential «digital city». *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. Vol. 12, No. 4. Pp. 55–66. (In Russ.). DOI: 10.18721/JE.12405

Parakhina, V.N., Boris, O.A., Ustayev, R.M., Vorontsova, G.V., Momotova, O.N. (2019). Possibility of Applying the PPP Mechanism in the Implementation of Smart City Projects. *Financial Journal*. Vol. 6. Pp. 70–82. (In Russ.). DOI: 10.31107/2075–1990–2019–6–70–82

Patnaik S., Sen, S., Ghosh, S. (2022). Smart Cities and Smart Communities: Empowering Citizens through Intelligent Technologies. / Series: *Smart Innovation, Systems and Technologies*, Vol. 294. Edition: 1st ed. 2022. Singapore: Springer. 2022. eBook

Popov, E., Semyachkov, K., Popova, G. (2020). Socio-economic effects of smart cities formation. *Problems of Territory's Development*. Vol. 2 (106). Pp. 34–45. (In Russ.). DOI: 10.15838/ptd.2020.2.106.3

Toh, C.K. (2022) Smart city indexes, criteria, indicators and rankings: an in-depth investigation and analysis. *IET Smart Cities*. 4(3), 211–228. <https://doi.org/10.1049/smc2.12036>

Vertakova, Yu.V., Treshchevskiy, Yu.I., Firsova, N.V., Treshchevskiy, D. Yu. (2019). «Smart city» as complex innovative project. *Economic Revival of Russia*. No. 3. Pp. 157–172. (In Russ.).

Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., Sinha, S., Strube, G., Means, J., Law, J., Cadena, A., Tann, V. (2018) Smart Cities: Digital Solutions for a more Livable Future. McKinsey Global Institute, June 2018, 28 pages. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future> (accessed 10.02.2023).

Zheng, C., Yuan, J., Zhu, L., Zhang, Y., Shao, Q. (2020). From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 258. No. 120689. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120689

For citation: Bozhya-Volya, A.A. (2023). Measuring "Smart City" Performance. *ECO*. No. 6. Pp. 50–71. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-6-50-71

Information about the autor

Bozhya-Volya, Anastasiya Alexandrovna (Perm) – Candidate of Economic Sciences, SciAssociate Professor, HSE University's Perm campus

E-mail: abozhya-volya@hse.ru; ORCID: 0000–0002–8459–4875