

О.О. Комаревцева

ТЕХНОЛОГИИ SMART CITY В ЭКОНОМИКЕ «НЕСТАБИЛЬНЫХ ГОРОДОВ»

Данная статья посвящена формированию модели готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City. В качестве гипотезы исследования выступает предположение о возможности имитационного моделирования аспекта готовности «нестабильных городов» к внедрению технологий Smart City. В качестве цели научного исследования выступает формирование модели готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City на основе авторского подхода к имитационному моделированию. Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующий ряд задач: рассмотреть теоретические основы технологий Smart City в современных реалиях развития экономической парадигмы; сформировать имитационную модель динамического измерения готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City на примере некоторых «нестабильных городов». Новизна научной статьи заключается в авторском подходе к рассмотрению вопроса готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City через имитацию некоторых экономических показателей «нестабильных городов». Инструментарий научной статьи состоит из следующих методов: теоретической адаптации материала, анализа и синтеза данных, моделирования экономических процессов. Проведенное исследование является достаточно интересным с позиции применения имитационных технологий в рамках данного вопроса, что соотносится с направлениями цифровой парадигмы развития Российской Федерации. В дальнейшем данная тема исследования может быть проработана и дополнена в рамках разработки стратегических программ по внедрению технологий Smart City в экономику моногородов.

Ключевые слова: динамическое развитие, имитационное моделирование, технологии Smart City, города, цифровая экономика, аналитическая модель.

Развитие высокоточных технологий ведет к изменению парадигмы экономического развития. На место постиндустриального типа развития, смещенного в сторону «экономики знаний», приходит цифровая экономика. Новая парадигма влечет за собой внедрение инновационных инструментов, позволяющих скорректировать существующие государственные программы развития, определить новую экономическую идеологию, выстроить приоритеты и направления функционирования приоритетных отраслей и секторов народного хозяйства. На сегодняшний день в качестве данных инструментов выступают технологии Smart City.

Технологии Smart City являются уникальным инструментом, позволяющем на основе «умного развития» не только создать благоприятные условия экономической среды и повысить качество жизни населения, но и с экономить финансовые средства, направленные на обслуживание городской инфраструктуры. Несмотря на ряд положительных моментов, многие муниципальные образования не готовы внедрять Smart-технологии для развития городской экономики. Данное обстоятельство связано с тем, что ряд муниципальных образований в Российской Федерации функционирует в условиях стагнации, а в некоторых случаях банкротства ключевых муниципальных производств, ежегодного роста муниципального долга, дефицита бюджета, низких темпов инновационного развития. По нашему мнению, данные муниципальные образования следует отнести к категории «нестабильные города». Термин «нестабильные города» заимствован из научной статьи Khatoun R., Zeadally S. [7, с. 46-57]. Данные авторы под «нестабильным городом» понимают

территориальное образование: не сумевшие адаптироваться под общие условия экономико-социального развития; зависящие от перераспределения капитала субъектов макроэкономического рынка для обеспечения минимального уровня поддержки функциональной среды [7, с. 50]. Дальнейшее функционирование данных территориальных систем («нестабильных городов») в условиях цифровой парадигмы экономического развития ставится под сомнение. Тем самым, существует необходимость в создании модели имитационного измерения, которая позволяла бы оценить готовность муниципальных образований к внедрению технологий Smart City и выделить барьеры, мешающие реализации данных технологий в экономике «нестабильных городов». Данный тезис обуславливает актуальность и значимость выбранной темы исследования.

Исследование вопроса готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City является важным. Данный аспект сопряжен с некоторыми тенденциями развития современной экономики. Во-первых, приоритетностью технологического развития, требующей создания инновационной городской инфраструктуры [1, с. 19]. Во-вторых, инновациями как формы продукта нового тысячелетия [8, с. 1108]. В-третьих, определенным вектором экономического развития, направленным в сторону цифровизации хозяйственной деятельности и упорядочиванию неэффективных процессов [2, с. 56]. В соответствии с данными тенденциями вопрос внедрения технологий Smart City в экономику «нестабильных городов» пересекается с имеющимися воззрениями ученых-экономистов. На сегодняшний день теоретические аспекты готовности муниципальных образований к внедрению технологий

Smart City базируются в контексте трех основных концепций:

1. Концепция «развития стабильных городов», раскрытая в трудах L. Anthopoulos, M. Janssen, V. Weerakkody [3, с. 77]. В соответствии с данной концепцией внедрение технологий Smart City должно происходить только в экономически развитых и стабильных городах. Важными индикаторами развития данных городов выступают уровень инновационности и высокой финансовой обеспеченности.

2. Концепция «создавай и получай», сформированная и обобщенная в научной статье J. Bruneckiene [4, с. 470]. В качестве основной идеи данной концепции выступает необходимость создания новых городов, функционирующих лишь на основе технологий Smart City. Инструментами исследования являются методы форсайт и информационные опросы.

3. Концепция «твой дом – smart город», сформированная в научных исследованиях A.L. Geller [5, с. 1410], G. Jia, G. Han, J. Jiang, N. Sun, K. Wang [6, с. 109]. Данные ученые предлагают внедрять технологии Smart City в городские дома. Массовое использование технологий позволит отнести муниципальное образование к наивысшему уровню готовности к внедрению технологий Smart City. Важным критерием в отборе муниципальных образований станет элемент масштаба от реализуемых внутридомовых технологий. В качестве инструментов реализации данной концепции авторы считают необходимым применить элементы проектного управления.

Несмотря на большую значимость данных концепций, по нашему мнению, в качестве инструмента определения готовности городов к внедрению технологий Smart City необходимо выбрать имитационное моделирование. Имитация будет проведена через авторскую модель динамического измерения готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City. Авторская модель динамического измерения выстроена на основе основных треков – сегментов, оказывающих влияние на процесс внедрения технологий Smart City в городскую среду. К данным трекам относятся: технологическая, инновационная, интеллектуальная, финансовая, энергоэффективная и проектная среды. В соответствии с данными треками автором разработаны показатели, составляющие основу модели динамического измерения готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City:

1. Среда технологической обеспеченности городского производства (в рамках накопителя Technology):

$$R_p = \frac{P_{-10} + P_{-5} + P_{-2}}{P_o}, \quad (1)$$

где R_p — среда технологической обеспеченности городского производства, P_o — общее количество муниципальных и частных предприятий, P_{-10} —

количество модернизированных частных предприятий, P_{-5} — количество модернизированных муниципальных предприятий, P_{-2} — количество предприятий, собирающихся проводить модернизацию в текущем году.

2. Среда инновационного развития города (в рамках накопителя Innovations):

$$I_p = \frac{I_n + T_n}{P_n}, \quad (2)$$

где I_p — среда инновационного развития города, I_n — объем работ, выполненных по строительству объектов инновационной инфраструктуры, T_n — объем инновационной продукции, произведенной на муниципальных предприятиях за текущий год, P_n — объем продукции, произведенной на всех предприятиях города.

3. Интеллектуальная среда города (в рамках накопителя Intellectualization):

$$In_p = \frac{P_{in} + R_{in}}{G_{in}}, \quad (3)$$

где I_r — интеллектуальная среда города, P_{in} — количество разработанных инновационных продуктов (товаров, технологий, услуг), R_{in} — количество, зарегистрированных патентов инновационной продукции (товаров, технологий, услуг), G_{in} — общее количество выигранных грантов, конкурсов, олимпиад.

4. Среда финансовой стабильности города (в рамках накопителя Finance):

$$F_p = \frac{D_f}{I_f}, \quad (4)$$

где F_p — среда финансовой стабильности города, D_f — муниципальный долг, I_f — доходы городского бюджета.

5. Среда энергоэффективности города (в рамках накопителя Energy):

$$E_p = \frac{R_e + C_e}{P_e}, \quad (5)$$

где E_p — среда энергоэффективности города, R_e — совокупное потребление предприятиями города топливно-энергетических ресурсов, P_e — произведенная продукция (товары, работы, услуги) на основе использованных потребляемых энергоресурсов, C_e — стоимость потребляемых энергоресурсов для населения.

6. Проектная среда города (в рамках модели Project):

$$P_p = \frac{S_p}{B_p}, \quad (6)$$

где P_p — проектная среда города, S_p — реализация проектов в области социального предпринимательства, B_p — число зарегистрированных субъектов бизнеса в течении последних трех лет.

Результатом данной модели является совокупный (суммарный) показатель, способствующий формированию значения готовности муниципального образования к внедрению технологий Smart City. Размерность совокупного показателя представлена в таблице 1.

Таблица 1

Размерность совокупного показателя модели динамического измерения готовности городов к внедрению технологий Smart City

Накопитель	Показатели готовности к внедрению технологий SMART CITY			
	Полная готовность	Средняя готовность	Удовлетворительная готовность	Неготовность
Technology	0,6 < n	0,3 < n < 0,6	0,2 < n < 0,3	n < 0,2
Innovations	0,6 < n	0,4 < n < 0,6	0,3 < n < 0,4	n < 0,3
Intellectualization	0,7 < n	0,3 < n < 0,6	n ≤ 0,3	n < 0,3
Finance	0,2 < n	0,3 < n < 0,6	0,2 < n < 0,3	n < 0,2
Energy	0,6 < n	0,4 < n < 0,6	0,3 < n < 0,4	n < 0,3
Project	0,6 < n	0,4 < n < 0,6	0,35 < n < 0,4	n < 0,35
Σ	3,1 < n	2,2 < n < 3,1	1,65 < n < 2,2	n < 1,65

Представленные выше диапазоны сформированы в соответствии с промежуточными значениями каждого элемента накопителя, участвующего в определении конечного значения совокупного показателя. Перенесем данные показатели в имитационную модель измерения готовности городов к внедрению технологий Smart City. В качестве объекта исследования используем муниципальные образования город Курск и Орел. Программой имитационного моделирования выступает AnyLogic. Параметры данной модели имеют временной лаг 2017 года.

Исходная модель динамического измерения готовности муниципального образования к внедрению технологий Smart City представляет систему накопителей, взаимосвязанных на основе непрерывного взаимодействия процессных потоков. Особенностью использования имитационной модели в нестабильных городах является возможность определения секторов-треков, выступающих в качестве барьеров внедрения технологий Smart City. Данная особенность позволяет обозначать проблемные секторальные направления и провести корректировку мероприятия, в рамках стратегического развития нестабильных городов. Исходным накопителем, определяющим готовность города к внедрению технологий Smart City, выступает муниципальное образование (Kursk, Orel). Второстепенные накопители (Technology, Innovations, Intellectualization, Finance, Energy, Project) аккумулируют первичные параметры модели, перераспределяя их на основе потоков (t_0 , Int_0 , i_0 , f_0 , e_0 , P_0) и определяя готовность к процессу внедрения технологий Smart City. Потоки данной модели

направлены в сторону выхода из вторичных накопителей, аккумулирующих совокупные параметры модели. На основе перераспределения данных параметров поток направляется в конечный накопитель (Kursk, Orel). Вторичные накопители не взаимодействуют между собой. Данное обстоятельство связано с тем фактором, что представленные в модели вторичные накопители представляют обособленные системы развития городской среды. Пересечение данных накопителей не позволяет определить барьеры на пути к внедрению технологий Smart City в экономике «нестабильных городов». В соответствии с этим, автором предпринята попытка связать данные накопители через потоки параметров, определив им важную роль в процессе динамического измерения. В качестве индикаторов конечных накопителей (Kursk, Orel) выступают следующие цвета: зеленый – город готов к внедрению технологий Smart City; оранжевый – средняя готовность города к внедрению технологий Smart City; желтый – удовлетворительная готовность города к внедрению технологий Smart City; белый – неготовность города к внедрению технологий Smart City.

Применим имитационную модель измерения готовности к внедрению технологий Smart City для муниципальных образований города Курск и Орел (рис. 1).

В соответствии с данной моделью можно сделать вывод о дифференцированной степени готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City. Муниципальное образование город Орел несмотря на положительный уровень развития накопителей Technology,

Intellectualization, Energy в процессе перераспределения параметрических показателей не позволяет аккумулировать в городской среде нужные ресурсы для внедрения технологий Smart City. Существенные проблемы связаны с формированием самих вторичных накопителей (Finance, Project, Innovation), выступающих в качестве барьеров. Можно сделать вывод, что муниципальное образование город Орел не готово к внедрению технологий Smart City.

Имитационное моделирование в программе AnyLogic на основе применения модели Басса позволяет спрогнозировать уровень развития накопителей в течении заданного периода времени. В соответствии с тем, что в качестве параметров, используемых в имитационной модели, выступают индикаторы 2017 года, считаем возможным осуществить краткосрочный прогноз на 2018 год. Итоговые результаты прогноза представлены на рисунках 2 и 3.

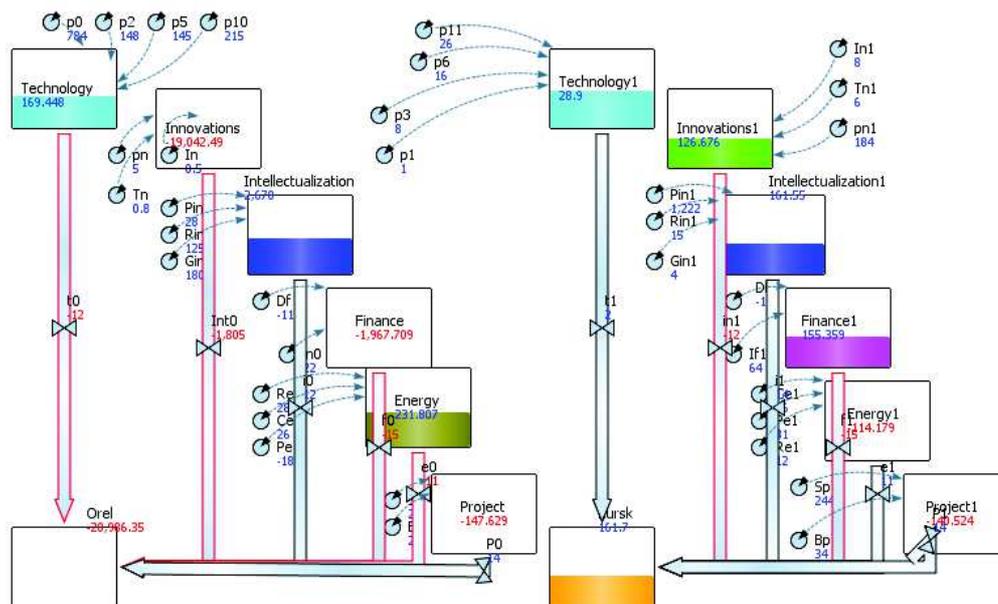


Рис. 1. Имитационная модель динамического измерения готовности муниципального образования к внедрению технологий Smart City (на примере муниципальных образований – городов Курск и Орел)

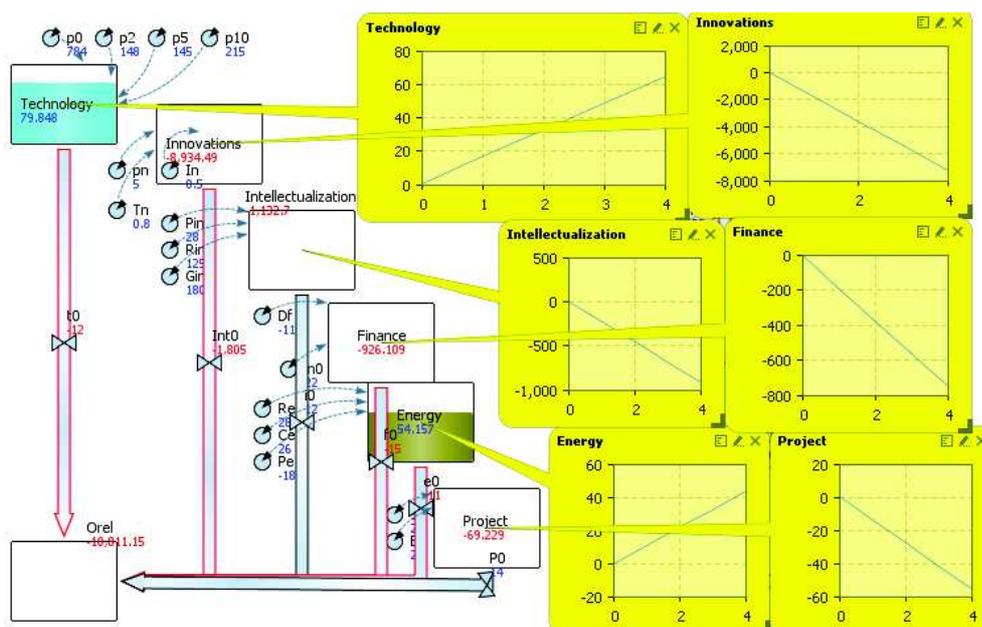


Рис. 2. Прогнозирование развития вторичных накопителей с краткосрочным периодом в один год (на примере муниципального образования города Орел)

В соответствии с рисунком 2 город Орел в краткосрочном периоде показывает дальнейшее снижение параметрических накопителей, что в свою очередь ухудшает положение муниципального образования, связанное с внедрением технологий Smart City. Совершенно иная ситуация складывается в муниципальном образовании городе Курск.

Несмотря на удовлетворительную готовность города к внедрению технологий Smart City в 2017 году, прогнозирование развития вторичных накопителей в 2018 году позволяет сделать вывод о переходе муниципального образования в уровень средней готовности. Данное обстоятельство отражено на рисунке 3.

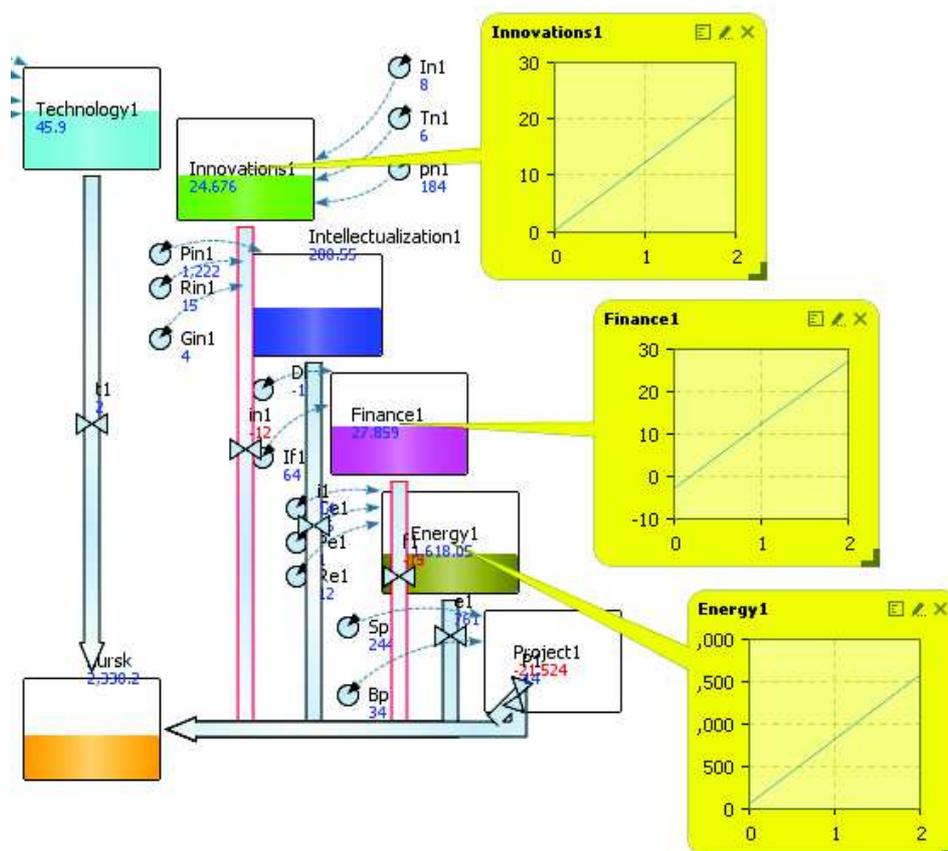


Рис. 3. Прогнозирование развития вторичных накопителей с краткосрочным периодом в один год (на примере муниципального образования города Курск)

Так, по сравнению с предыдущим периодом в рамках модели измерения готовности города Курск к внедрению технологий Smart City были улучшены параметры накопителей: энергоэффективность (Energy 1), финансовая стабильность (Finance 1), технологическая обеспеченность городское производство (Technology 1), интеллектуальная среда (Intellectualization1).

Имитационное моделирование динамического измерения на основе эмпирического дискретно-событийного исследования позволило сформировать простую и эффективную модель расчетов готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City. Данная модель имеет ряд преимуществ, а именно: во-первых, простота расчетов позволяет сократить временной ресурс для определения места размещения технологий Smart City; во-вторых, выявленные накопители модели способствуют выделению основных барьеров, мешающих реализации технологий Smart City в

конкретном муниципальном образовании; в-третьих, сформированная имитационная модель измерения готовности городов к внедрению технологий Smart City является первоначальной ступенью в алгоритме отбора городов к внедрению данных инновационных технологий. Если в контексте результата построенной имитационной модели установлено, что город не готов к внедрению технологий Smart City, в рамках стратегического развития муниципального образования происходит корректировка программных мероприятий по проблемным секторам-трекам. В целом, имитационное моделирование готовности городов к внедрению технологий Smart City является стратегическим инструментом программного развития муниципального образования.

Проведенное выше исследование позволило сделать ряд выводов. Технологии Smart City являются довольно важными инструментами для формирования новой парадигмы цифровой экономики. Существующие теоретические

исследования в области внедрения технологий Smart City в современных реалиях носят статический характер; рассматриваются с позиции объекта внедрения технологий; используют в качестве методов исследования математическую алгоритмизацию, форсайт, опросы. На основе рассмотренных современных моделей исследования вопроса готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City автором предложена имитационная модель. В качестве инструмента формирования модели используется статистический и дискретно-событийный метод исследования (включая модель Басса). Полученная имитационная модель построена на основе шести основных индикаторов: технологической обеспеченности городского производства, инновационного развития города, интеллектуализации города, финансовой

стабильности города, энергоэффективности города, проектной среды города. Имитирование данной модели позволяет упростить процесс динамического измерения готовности городов к внедрению технологий Smart City. Конечным показателем готовности выступает муниципальное образование, которое находится в обособленном накопителе имитационной модели. Цвет накопителя позволяет определить степень готовности муниципального образования к внедрению технологий Smart City. В целом данная модель является простой в применении, что упрощает расчеты по определению готовности муниципальных образований к внедрению технологий Smart City. В дальнейшем данная тема исследования может быть проработана в рамках проектного управления, связанного с внедрением технологий Smart City в экономике моногородов Российской Федерации.

Библиографический список

1. Дрожжинов, В.И. Умные города: модели, инструменты, ренкинги, стандарты [Текст] / В.И. Дрожжинов, В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, С.А. Синягов, А.А. Харитонов // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 19–48.
2. Намиот, Д.Е. Умные города и образование в цифровой экономике [Текст] / Д.Е. Намиот, В.П. Куприяновский, А.В. Самородов, О.И. Карасев, Д.Г. Замолдчиков, Н.О. Федорова // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 56–71.
3. Anthopoulos, L. A unified smart city model (USCM) for smart city conceptualization and benchmarking / L. Anthopoulos, M. Janssen, V. Weerakkody // International Journal of Electronic Government Research. – 2016. – Vol.12. – No.2. – P.77–93.
4. Bruneckiene, J. The concept of smart economy under the context of creation the economic value in the city / J. Bruneckiene // Public Policy and Administration. – 2014. – Vol. 13. – No. 3. P. 469–482.
5. Geller, A.L. Smart growth: a prescription for livable cities / A.L. Geller // American Journal of Public Health. – 2003. – Vol. 93. – No. 9. – P.1410.
6. Jia, G. Dynamic resource partitioning for heterogeneous multi-core-based cloud computing in smart cities / G. Jia, G. Han, J. Jiang, N. Sun, K Wang // IEEE Access. – 2016. – Vol. 4. – P. 108–118.
7. Khatoun R. Smart cities: concepts, architectures, research, opportunities / R. Khatoun, S. Zeadally // Association for Computing Machinery. Communications of the ACM. – 2016. – Vol. 59. – No. 8. P. 46–57.
8. Komarevtseva, O.O. Smart city technologies: new barriers to investment or a method for solving the economic problems of municipalities? / O.O. Komarevtseva // R-Economy. – 2017. – Vol. 3. – No.1. – P. 32–39.

References

1. Drozhzhinov V.I. *Umyne goroda: modeli, instrumenty, renkingi, standarty* [Smart cities: models, tools, rankings, standards] [Текст] / V.I. Drozhzhinov V.P., Kupriyanovsky, D.E. Namiot, S.A. Sinyagov, A.A. Kharitonov // International Journal of Open Information Technologies, 2017, Vol.5, No.3, 19–48 pp.
2. Namiot D.E. *Umyne goroda i obrazovanie v cifrovoj jekonomike* [Smart cities and education in the digital economy] [Текст] / D.E. Namiot, V.P. Kupriyanovsky, A.V. Samorodov, O.I. Karasev, D.G. Zamolodchikov, N.O. Fedorov // International Journal of Open Information Technologies, 2017, Vol.5, No.3, 56–71 pp.
3. Anthopoulos L. *A unified smart city model (USCM) for smart city conceptualization and benchmarking*. International Journal of Electronic Government Research, 2016, 77–93 pp.
4. Bruneckiene J. *The concept of smart economy under the context of creation the economic value in the city*. Public Policy and Administration, 2014, 469–482 p.
5. Geller A.L. *Smart growth: a prescription for livable cities*. American Journal of Public Health, 2003, 1410 p.
6. Jia G. *Dynamic resource partitioning for heterogeneous multi-core-based cloud computing in smart cities*. IEEE Access, 2016, 108–118 pp.
7. Khatoun R. *Smart cities: concepts, architectures, research, opportunities*. Association for Computing Machinery. Communications of the ACM, 2016, 46–57 pp.
8. Komarevtseva O.O. *Smart city technologies: new barriers to investment or a method for solving the economic problems of municipalities?* R-Economy, 2017, 32–39 pp.

SMART CITY TECHNOLOGIES IN THE ECONOMY OF "UNSTABLE CITIES"

Olga O. Komarevtseva,

postgraduate student, Central Russian Institute of Management
(branch of Russian Academy of National Economy and Public Administration)

Abstract. This article is devoted to the formation of the model of readiness of municipalities to implement Smart City technologies. The hypothesis of the study is the assumption of the possibility of simulation modeling in terms of determining the degree of readiness of «unstable cities» to the introduction of Smart City technologies. The goal of the scientific research is the formation of a model for measuring the readiness of municipalities to introduce Smart City technologies on the basis of the author's approach to imitation modeling. To achieve this goal, it is necessary to fulfill the following set of tasks: to consider the theoretical aspects of Smart City technologies in the current realities of development of a new paradigm of economic development; to create a simulation model of the dynamic measurement of the readiness of municipalities to introduce Smart City technologies using the example of some «unstable cities». The novelty of the scientific article is the author's approach to the consideration of the issue of the readiness of municipalities to introduce Smart City technologies through the imitation of certain economic indicators of «unstable cities». The toolkit of the scientific article consists of the following methods: theoretical adaptation of the material, analysis and synthesis of data, modeling of economic processes. The study is quite interesting from the point of view of applying imitation technologies in the framework of this issue. In the future, this topic of research can be developed and supplemented in the development of strategic programs for the introduction of Smart City technologies in the economy of single–industry towns.

Keywords: dynamic development, simulation, technology Smart City, cities, digital economy, analytical model.

Сведения об авторе:

Комаревцева Ольга Олеговна – аспирант Среднерусского института управления – филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (302020, Российская Федерация, г. Орел, ул. Бульвар Победы, д. 5а), e-mail: komare_91@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 16.03.2018 г.