
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

SCIENTIFIC RESEARCHES OF YOUNG SCIENTISTS

Оригинальная статья / Original article

УДК 332.1: 332.055: 338.2

Агрегатированная модель оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City

О. О. Комаревцева¹ ✉

¹ Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова
Стремянный пер., 36, г. Москва 117997, Российская Федерация

✉ e-mail: komare_91@mail.ru

Резюме

Актуальность темы исследования продвигается важностью формирования эффективной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City, которая позволяет получить достоверный результат о реализации данного процесса.

Целью написания научной статьи выступает формирование агрегатированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Задачи исследования формируются в контексте рассмотрения существующих инструментов оценки концепции Smart City с последующим формированием и апробацией агрегатированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Методология исследования заключается в использовании инструментального аппарата, проявляющегося в контексте следующих методов: группировки данных, теоретического анализа, абстрагирования от внешних изменений, классификации, моделирования, имплицитирования данных, совокупности эмпирических критериев, статистических характеристик и табличного обобщения материала.

Результаты исследования состоят в следующем: рассмотрен существующий инструментарий оценки концепции Smart City, сформирована агрегатированная модель оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City, апробирована агрегатированная модель оценки готовности экономики муниципальных образований Орловской области развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Выводы. Агрегатированная модель экономики муниципальных образований позволит создать первоначальную ступень оценки концепции Smart City с позиции эффективности внедрения результатов в систему территориального планирования. Использование агрегатированной модели на практике устраним проблемы оценки значимости данного процесса, совместного развития экономик муниципальных образований в рамках концепции Smart City, в том числе с использованием уровней технологизации города и цифровизации общества, отрицания влияния на данный процесс иных условий функционирования агрегатированной модели и ее попадания в зону значимости экономик муниципальных образований.

Ключевые слова: агрегатированная модель; концепция Smart City; уровень цифровизации общества; уровень технологизации города; муниципальное образование; алгоритм.

© Комаревцева О. О., 2021

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Комаревцева О. О. Агрегированная модель оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2021. Т. 11, № 2. С. 259–274.

Поступила в редакцию 15.01.2021

Принята к публикации 01.03.2021

Опубликована 30.04.2021

An aggregated Model for Assessing the Readiness of the Municipal Economy to Develop in Accordance with the Smart City Concept

Olga O. Komarevtseva¹ ✉

¹ Plekhanov Russian University of Economics
36 Stremyanny lane, Moscow 117997, Russian Federation

✉ e-mail: komare_91@mail.ru

Abstract

The relevance of the research topic is produced by the importance of forming an effective model for assessing the readiness of the economy of the municipality to develop in accordance with the Smart City concept, which would allow obtaining a reliable result on the implementation of this process.

The purpose of writing a scientific article is the formation of an aggregated model for assessing the readiness of the economy of a municipality to develop in accordance with the concept of Smart City.

Objectives. The research tasks are formed in the context of considering the existing assessment tools by the Smart City concept, with the subsequent formation and testing of an aggregated model for assessing the readiness of the economy of a municipality to develop in accordance with the Smart City concept.

Methodology. Research tools include the method of grouping data, the method of theoretical analysis, the method of abstraction from external changes, the method of classification, the method of modeling, the method of implicating data, the method of grouping information, the method of a set of empirical criteria, the method of statistical characteristics, the method of tabular summarization of materials.

The results of the study are as follows to considered the existing toolkit for assessing the Smart City concept, to formed an aggregated model for assessing the readiness of the economy of a municipal formation to develop in accordance with the Smart City concept, to tested an aggregated model for assessing the readiness of the economy of municipalities in the Orel region to develop in accordance with the Smart City concept.

Conclusions. The aggregated model of the economy of municipalities will create an initial stage of assessing the Smart City concept from the standpoint of the effectiveness and efficiency of the implementation of the results in the territorial planning system. The use of the aggregated model in practice will eliminate the problems of assessing the possibility of joint development of the economies of municipalities within the Smart City concept from the level of technologization of the city and digitalization of society, the issue of denying the influence on this process of other conditions for the functioning of the aggregated model and it's falling into the zone of significance of the economies of municipalities.

Keywords: the aggregated model; the Smart City concept; the level of digitalization of society; the level of technologization of the city; the municipality; the algorithm.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Komarevtseva O. O. An aggregated Model for Assessing the Readiness of the Municipal Economy to Develop in Accordance with the Smart City Concept. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management*. 2021; 11(2): 259–274. (In Russ.)

Received 15.01.2021

Accepted 01.03.2021

Published 30.04.2021

Введение

Усложнение экономических процессов и смена концепций развития территорий привели к трансформации условий обеспечения муниципального образования. В аспекте продуцирования цифровых предпосылок развития регионов через реализацию системы национальных проектов муниципальные образования фокусируют внимание на использование концепции Smart City. Концепция Smart City представляет собой систему постулатов, направленных на внедрение информационно-технологических инструментов во все сферы, обеспечивающие развитие города [1]. Основой концепции Smart City выступает использование коммуникационных и информационных технологий в процессе управления городской средой [2]. При этом стоит отметить, что процесс внедрения концепции Smart City в экономику муниципальных образований ограничен рядом требований. Рассмотрим их более подробно.

Во-первых, дорогостоящий процесс внедрения смарт-технологий в экономику муниципального образования не всегда приводит к получению запланированных результатов [3]. Данное требование связано с тем фактом, что многие муниципальные образования в соответствии со своим социально-экономическим развитием не готовы к реализации концепции Smart City.

Во-вторых, отсутствие понимания органов местного самоуправления по вопросам важности формирования долгосрочных трендов развития территорий, основанных на концепции Smart City [4]. Данный постулат приводит к ослаблению позиций муниципальных образований в направлении цифровизации городской среды. Усиление разрыва в понимании данной ситуации усугубляется фактом отслеживания и решения проблем теку-

щего характера, замещая долгосрочную систему планирования возникающими жалобами со стороны населения муниципальных образований.

В-третьих, разрозненность системы и факторов оценки концепции Smart City для развития территорий способствует игнорированию постулатов внедрения смарт-инструментария в область цифровизации бизнес-структур и домохозяйств [5]. Данная проблематика продуцирует актуальность темы исследования, которая обусловлена предложением агрегатированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Целью написания научной статьи выступает формирование агрегатированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City. Реализация поставленной цели требует фокусирования внимания на решении следующих задач:

- рассмотреть существующей инструментарий оценки концепции Smart City;
- сформировать агрегатированную модель оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City;
- апробировать агрегатированную модель оценки готовности экономики муниципальных образований Орловской области развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Материалы и методы

Инструментарный аппарат направлен на изучение теоретических аспектов исследования, а также проведение статистической и модельной оценки по вопросу готовности экономики муниципального образования развиваться в соответ-

ствии с концепцией Smart City. Аспект рассмотрения существующего инструментария оценки концепции Smart City основан на использовании методов: группировки данных, теоретического анализа [6], абстрагирования от внешних изменений [7], классификации [8]. Процесс формирования агрегатированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City продуцирован методами моделирования, имплицитирования данных [9], группировки информации [10], совокупности эмпирических критериев [11]. Апробирование представленной модели происходит в соответствии с использованием метода статистической характеристики и табличного обобщения материала [12].

Существующей на сегодняшний день инструментальной по изучению концепции Smart City сводится к представлению совокупности показателей, позволяющих оценить текущий уровень развития территорий в рамках технологического обеспечения их городской среды [13]. В целом город является ключевым объектом концепции Smart City [14]. Термин «муниципальное образование» в рамках изучения данного вопроса используется условно. В контексте инструментов оценки концепции Smart City можно выделить следующие:

- расчет индекса эффективности городов на основе рейтинговой оценки [15]. Используется для определения уровня технологизации территории на основе единого параметра исследования;
- соизмерение экономики города с направлениями «умного развития» [16]. Позволяет выделить сферы, в рамках которых используются смарт-технологии;

- анализ показателя смарт-эффективности [17]. Применяется с целью изучения полученных результатов от частичной реализации концепции Smart City в экономике города;

- индексная характеристика [18]. Выделяет города-лидеры концепции Smart City (используется на международном уровне);

- сравнение «умных городов» с показательной базой индикаторов социально-экономического развития территорий [19]. Фокусирует внимание на соответствии текущему положению функционирования города.

В целом данные инструменты оценки концепции Smart City основаны на применении большого количества индикаторов анализа городской среды [20], отсутствии системы статического исследования, замененной на авторское выражение «умных потенциалов» [21], игнорировании термина «муниципальное образование» [22]. Применение данного инструментария позволяет исследовать муниципальное образование по критерию соответствия развитию концепции Smart City. В процессе реализации темы исследования предполагается сместить данный критерий в область изучения готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Результаты и их обсуждение

Авторская агрегатированная модель основана на применении статистических инструментов, позволяющих провести оценку постулатов (направлений) реализации процесса готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City (рис.).

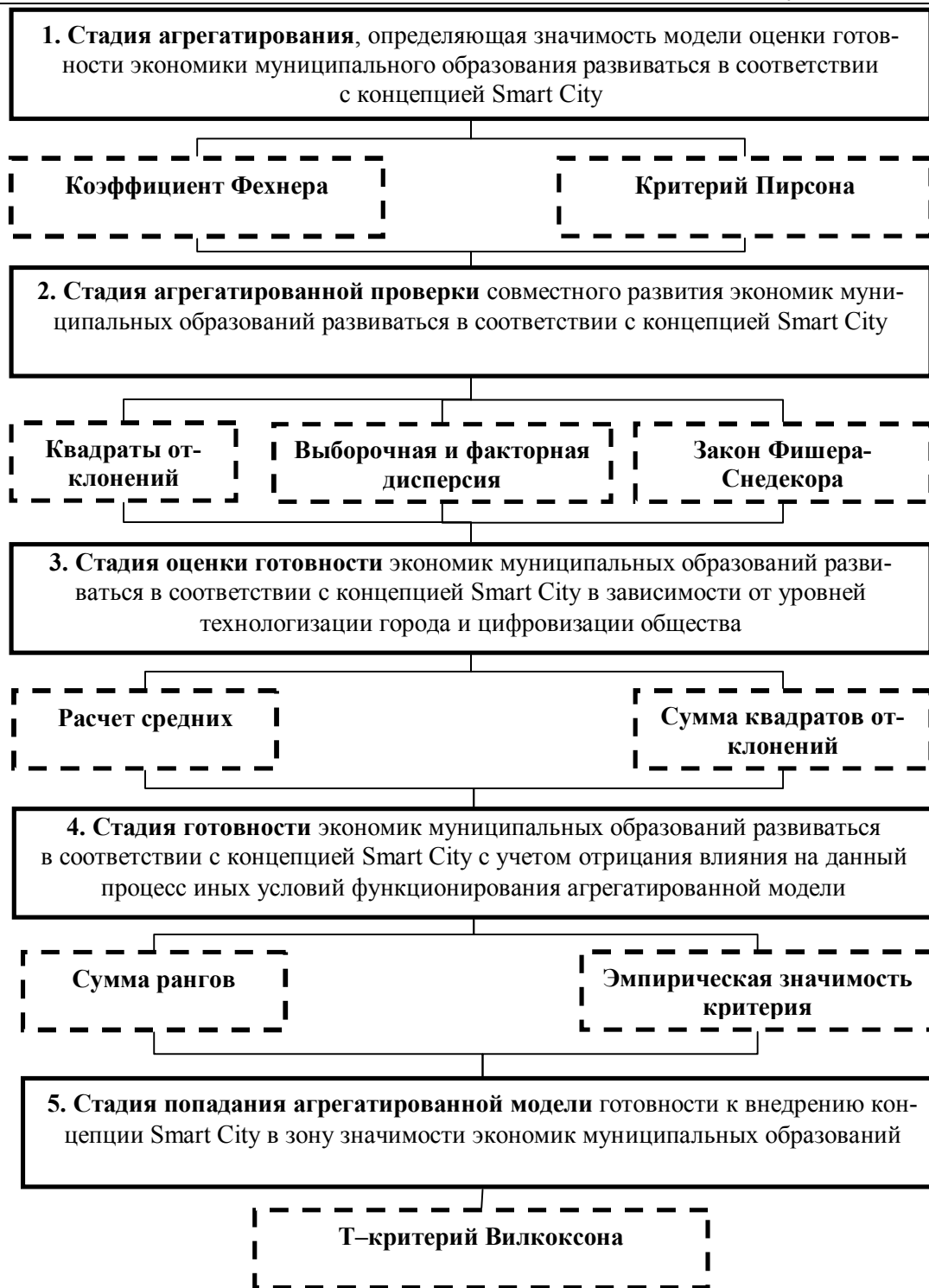


Рис. Алгоритм агрегированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City

Агрегированная модель основывается на пяти стадиях, в рамках которых оцениваются следующие условия:

1) значимость модели оценки готовности экономики муниципального обра-

зования развиваться в соответствии с концепцией Smart City;

2) возможность совместного развития экономик муниципальных образований в рамках концепции Smart City;

3) готовность экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City в зависимости от уровней технологизации города и цифровизации общества;

4) проработанность вопроса отрицания влияния иных условий функционирования агрегатированной модели на процесс готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City;

5) попадание агрегатированной модели готовности к внедрению концепции Smart City в зону значимости экономик муниципальных образований.

Индикативная база исследования агрегатированной модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City включает:

1. Уровень технологизации города:

$$u_g = x_p \times x_i \times x_m, \quad (1)$$

где u_g – уровень технологизации города; x_p – доля реализованных инфраструктурных проектов на территории муниципального образования; x_i – уровень информатизации городской среды муниципального образования; x_m – коэффициент

модернизации региональной инфраструктуры.

2. Уровень цифровизации общества:

$$u_z = x_c \times x_b, \quad (2)$$

где u_z – уровень цифровизации общества; x_c – уровень развития цифровой инфраструктуры; x_b – уровень информационной безопасности.

Выбранная индикативная база исследования ориентирована на два фактора. С одной стороны, применение ограниченного количества индикаторов, с другой – максимальное отражение концепции Smart City в контексте применяемой параметрии. Объектами исследования выступают десять муниципальных образований Орловской области. Параметрия данных, используемая для расчета уровней технологизации города и цифровизации общества, сформирована в рамках отчета социально-экономического развития муниципальных образований Орловской области за 2020 г. Территориального органа государственной статистики Орловской области. Значения индикаторов уровня технологизации городов и цифровизации общества некоторых муниципальных образований Орловской области за 2020 г. представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1. Значения индикаторов уровней технологизации городов и цифровизации общества некоторых муниципальных образований Орловской области за 2020 г.

Муниципальные образования Орловской области	Уровень технологизации города	Уровень цифровизации общества
Должанский район	0,14	0,10
Кромской район	0,18	0,14
Колпнянский район	0,12	0,08
Ливенский район	0,24	0,24
Мценский район	0,28	0,26
город Орел	0,36	0,30
Орловский район	0,20	0,16
Покровский район	0,16	0,12
Свердловский район	0,10	0,04
Шаблыкинский район	0,10	0,02

Итак, перейдем к апробации агрегатированной модели оценки готовности

экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией

Smart City. Первым условием реализации алгоритма (см. рис.) выступает стадия агрегирования, определяющая значимость модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City. Оценка данной стадии необходима для определения важности процесса развития экономик муниципальных образований в контексте концепции Smart City. Для установления данной особенности используем коэффициент корреляции знаков (коэффициент Фехнера), который основан на оценке степени согласованности направлений концепцией Smart City для развития экономик муниципальных образований Орловской области за 2020 г.:

$$k_f = \frac{\eta_\alpha - \eta_\beta}{\eta_\alpha + \eta_\beta}, \quad (3)$$

где k_f – коэффициент Фехнера; η_α – число совпадений степени согласованности направлений концепции Smart City для развития экономик муниципальных образований от средней; η_β – число несовпадений степени согласованности направлений концепции Smart City для развития экономик муниципальных образований от средней.

Коэффициент Фехнера принимает значения от -1 до $+1$, что в свою очередь $k_f = 1$ свидетельствует о значимости модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City, $k_f = -1$ – отрицание важности данного процесса. Рассчитаем среднее значение значимости агрегированной модели:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1.88}{10} = 0.19, \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{1.46}{10} = 0.15.$$

На основе данных показателей сформируем таблицу значимости / отрицания важности внедрения концепции Smart City в экономику муниципальных образований Орловской области. В рамках таблицы 2 подтверждается значимость модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City. Для проверки данной таблицы используем коэффициент Фехнера с последующим обращением к таблице Стьюдента:

$$T_{nabl} = k_f \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-k_f^2}} = 282.84. \quad (4)$$

В соответствии с таблицей Стьюдента $t_{tabl} = (8; 0.05) = 2.306$. Поскольку $T_{nabl} \geq t_{tabl}$, то отклоняем гипотезу о равенстве модели нулевому коэффициенту корреляции знаков, а следовательно, подтверждаем статистическую значимость коэффициента Фехнера и модели оценки готовности экономики муниципальных образований Орловской области развиваться в соответствии с концепцией Smart City.

Следующим инструментом исследования стадии агрегирования, определяющей значимость модели оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City, выступает использование коэффициента Пирсона (табл. 3).

Таблица 2. Определение значимости или отрицание важности внедрения концепции Smart City для развития экономик муниципальных образований Орловской области

Муниципальные образования Орловской области	Знаки отклонений от средней уровня технологизации города	Знаки отклонений от средней уровня цифровизации общества	Значимость (α) / отрицание важности (β)
Должанский район	—	—	α
Кромской район	—	—	α
Колпнянский район	—	—	α

Муниципальные образования Орловской области	Знаки отклонений от средней уровня технологизации города	Знаки отклонений от средней уровня цифровизации общества	Значимость (α) / отрицание важности (β)
Ливенский район	+	+	α
Мценский район	+	+	α
Город Орел	+	+	α
Орловский район	+	+	α
Покровский район	–	–	α
Свердловский район	–	–	α
Шаблыкинский район	–	–	α

Таблица 3. Переформатирование матрицы рангов стадии агрегатирования, определяющей значимость модели оценки готовности экономик муниципальных образований Орловской области развиваться в соответствии с концепцией Smart City

Муниципальные образования Орловской области	Новая матрица рангов уровня технологизации города	Новая матрица рангов уровня цифровизации общества	Сумма новых рангов	d	d^2
Должанский район	4,0	4,0	8,0	-3,0	9,0
Кромской район	6,0	6,0	12,0	1,0	1,0
Колпнянский район	3,0	3,0	6,0	-5,0	25,0
Ливенский район	8,0	8,0	16,0	5,0	25,0
Мценский район	9,5	9,0	18,5	7,5	56,2
Город Орел	9,5	10,0	19,5	8,5	72,3
Орловский район	7,0	7,0	14,0	3,0	9,0
Покровский район	5,0	5,0	10,0	-1,0	1,0
Свердловский район	1,5	2,0	3,5	-7,5	56,2
Шаблыкинский район	1,5	1,0	2,5	-8,5	72,3
Σ	55,0	55,0	110,0	–	327,0

Используя таблицу 1 как матрицу рангов с двумя направлениями (технологизации и цифровизации), переформатируем значения агрегатированной модели через применение следующей формы:

$$d = \sum u_{gz} - \frac{\sum u_{gz}}{n} = \sum u_{gz} - 11, \quad (5)$$

Для проверки полученной суммы новых рангов рассчитаем итоговую сумму таблицы 3:

$$\sum u_{gz} = \frac{(1+n) \times n}{2} = 55, \quad (6)$$

Полученное значение формулы (6) подтверждает значимость модели оценки готовности экономик муниципальных образований Орловской области разви-

ваться в соответствии с концепцией Smart City. Для усиления проверки значимости модели оценки готовности экономик муниципальных образований Орловской области развиваться в соответствии с концепцией Smart City используем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{s}{\frac{1}{12} \times m^2 \times (n^3 - n) - m \times \sum T_i}, \quad (7)$$

где $s = 327$, $n = 10$, $m = 2$,
 $T_i = \frac{1}{12} \times \sum (t_i^3 - t_i)$, l – количество связей между уровнями технологизации города и цифровизации общества; t_i – количество элементов в связки для уровней тех-

нологизации города или цифровизации общества.

В соответствии с применением формулы (7) получаем:

$$T_1 = \frac{[(2^3 - 2) + (2^3 + 2)]}{12} = 1, \quad \sum T_1 = 1,$$

$$W = \frac{327}{\frac{1}{12} \times 2^2 \times (10^3 - 10) - 2 \times 1} = 1.$$

В связи с тем, что $W = 1$, значимость агрегатированной модели оценки готовности экономик муниципальных образований Орловской области развиваться в соответствии с концепцией Smart City является высокой. В подтверждении или опровержении данного факта используем критерий Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{s}{\frac{1}{12} \times mn(n+1) + \frac{1}{n-1} \times \sum T_i}, \quad (8)$$

Критерий Пирсона для агрегатированной модели муниципальных образований Орловской области:

$$\chi^2 = \frac{327}{\frac{1}{12} \times 2 \times 10 \times (10+1) + \frac{1}{10-1} \times 1} = 17.95.$$

Для проверки данного сравним χ^2 с табличным значением степени свободы $k = 9$, при заданном уровне $\alpha = 0.05$. В соответствии с тем, что χ^2 расчетный равен 17,95 и больше табличного 16,91, то параметры агрегатированной модели являются значимыми.

Следующей выступает стадия агрегатированной проверки совместного развития экономик муниципальных образований в рамках концепции Smart City. Для построения факторной дисперсии и распределения Фишера – Снедекора применим следующие формулы:

$$\text{– общая средняя: } \bar{u} = \frac{\sum u_{gz}}{p}, \quad (9)$$

$$\text{– общая сумма квадратов отклонений: } s = \sum (u_{gz} - \bar{u}), \quad (10)$$

$$\text{– факторная сумма квадратов отклонений групповых средних от общих средних: } s_f = q \sum (\bar{u}_{gz} - \bar{u}), \quad (11)$$

$$\text{– остаточная сумма квадратов отклонений: } s_o = s - s_f, \quad (12)$$

$$\text{– выборочная дисперсия: } d = \frac{s}{p \times q}, \quad (13)$$

где для получение несмещенной общей выборочной дисперсии уровней технологизации города и цифровизации общества выражение $p \times q$ замещается на

$$\frac{p \times q}{(p \times q - 1)},$$

$$\text{– несмещенная общая выборочная дисперсия: } s^2 = \frac{r}{p \times q - 1}, \quad (14)$$

$$\text{– оценка фактора на изменения уровней технологизации города и цифровизации общества: } f_{nabl} = \frac{s_f}{s_o}, \quad (15)$$

$$\text{– закон Фишера – Снедекора: } F = \frac{s_f^2}{s_o^2}. \quad (16)$$

Найдем групповые средние и рассчитаем остаточную сумму отклонений уровней технологизации города и цифровизации общества (табл. 4).

В соответствии с полученными данными $\bar{u} = 0.17$, $s = 0.15$. Остальные показатели проверки совместного развития экономик муниципальных образований в рамках концепции Smart City:

$$s_f = 10 \times (0.19^2 + 0.15^2 - 2 \times 0.17^2) = 0.0088$$

$$s^2 = \frac{0.0088}{2-1} = 0.0088, \quad s_o^2 = \frac{0.14}{2 \times (10-1)} = 0.0080$$

$$f_{nabl} = \frac{0.0088}{0.0080} = 1.1. \quad \text{Для определения}$$

значимости $\alpha = 0.05$ находим f_{tabl} и сравниваем с показателем закона Фишера – Снедекора. В связи с тем, что $f_{tabl} = (0.05; 1; 18) = 4.41$, нулевая гипотеза о существенном влиянии на результат агрегатированной модели отрицается, в

соответствии с чем совместное развитие
экономик муниципальных образований

Орловской области в рамках концепции
Smart City не может быть реализовано.

Таблица 4. Групповая средняя и остаточная сумма отклонений показателей реализации второй стадии агрегатированной модели

Муниципальные образования Орловской области	Групповая средняя уровня технологизации города	Групповая средняя уровня цифровизации общества	Остаточная сумма уровня технологизации города	Остаточная сумма уровня цифровизации общества
Должанский район	0,14	0,1	0,02	0,01
Кромской район	0,18	0,14	0,03	0,02
Колпнянский район	0,12	0,08	0,01	0,01
Ливенский район	0,24	0,24	0,06	0,08
Мценский район	0,8	0,26	0,08	0,07
Город Орел	0,36	0,3	0,13	0,09
Орловский район	0,2	0,16	0,04	0,02
Покровский район	0,16	0,12	0,02	0,01
Свердловский район	0,1	0,04	0,01	0,00
Шаблыкинский район	0,1	0,02	0,01	0,00
$\sum \bar{u}$	1,88	1,46	0,42	0,29

Стадия оценки готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City в зависимости от уровня технологизации города и цифровизации общества продуцирует использование таких инструментов, как расчет средних и суммы квадратов отклонений. В рамках данных инструментов первоначальным заданием выражения является условие, при котором уровень технологизации города $m = 10$ дифференцирован различными значениями, а уро-

вень цифровизации $k = 2$. Расчет средних уровней технологизации города и цифровизации общества:

$$\bar{u}_g = \frac{1}{m} \sum u_{gz}, \quad (17)$$

$$\bar{u}_z = \frac{1}{k} \sum u_{gz}, \quad (18)$$

$$u = \frac{1}{m \times k \times n} \times \sum u_{gz} = \frac{3.34}{10 \times 2 \times 1} = 0.17. \quad (19)$$

Таблица 5. Оценка готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City в зависимости от уровней технологизации города и цифровизации общества

Муниципальные образования Орловской области	$\bar{u}_g$	$\bar{u}_z$	u
Должанский район	0,14	0,10	0,12
Кромской район	0,18	0,14	0,16
Колпнянский район	0,12	0,08	0,10
Ливенский район	0,24	0,24	0,24
Мценский район	0,28	0,26	0,27
Город Орел	0,36	0,30	0,33
Орловский район	0,2	0,16	0,18
Покровский район	0,16	0,12	0,14
Свердловский район	0,10	0,04	0,07
Шаблыкинский район	0,10	0,02	0,06
Итоговый расчет	0,188	0,146	0,17

Сумма квадратов отклонений уровня технологизации города

$$Q_{u_g} = k \sum (\bar{u}_g - \bar{u})^2 = 2 \times 0.14 = 0.28.$$

Сумма квадратов отклонений уровня цифровизации общества

$$Q_{u_z} = m \sum (\bar{u}_z - \bar{u})^2 = 10 \times 0.0088 = 0.0088.$$

Сумма квадратов отклонений взаимодействия факторов уровня технологизации города и общества

$$Q_{u_z} = n \sum (\bar{u}_{gz} - \bar{u}_g + \bar{u})^2 = 1 \times 0.00218 = 0.00218.$$

Остаточная сумма квадратов

$$Q_o = \sum (u_{gz} - \bar{u}_{gz})^2 = 0.$$

Степень свободы уровня технологизации города $v_1 = 10 - 1 = 9$, уровня цифровизации общества $v_2 = 2 - 1 = 1$. Взаимодействие уровней технологизации городской среды и цифровизации общества рассчитано как $v_3 = (m - 1) \times (k - 1) = 9$, ошибка внутри системы взаимодействия $v_o = m \times k \times (n - 1) = 0$. Сравним представленные выше значения с табличными. Так:

– табличное значение критерия со степенями свободы $v_1 = 9$ и $v_2 = 0$, $F_{tabl} \geq 0$, следовательно, данные не противоречат гипотезе, и следует считать, что готовность экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City зависит от уровня технологизация города;

– табличное значение критерия со степенями свободы $v_1 = 0$ и $v_2 = 0$, $F_{tabl} \geq 0$, следовательно, данные не противоречат гипотезе, и следует считать, что готовность экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City зависит от уровня цифровизации общества.

Стадия готовности экономик муниципальных образований развиваться в

соответствии с концепцией Smart City с учетом отрицания влияния на данный процесс иных условий функционирования агрегатированной модели рассчитывается на основе применения рангового инструментария и вычисления эмпирической значимости критерия. Наибольшая сумма ранга рассчитана на основе критерия Манна – Уитни:

$$u_r = n_1 n_2 + \frac{n_x (n_x + 1)}{2} - T_x, \quad (20)$$

где T_x – наибольшая сумма рангов влияния иных условий на агрегатированную модель; n_x – наибольшая выборка из объема n_1 и n_2 . Проранжируем уровни технологизации города и цифровизации общества. При ранжировании объединяем две выборки в одну. Ранги присваиваются в порядке возрастания значения измеряемой величины (табл. 6).

В соответствии с представленными данными таблицы 6 определим критерий Манна – Уитни:

$$u_r = 10 \times 10 + \frac{10 \times (10 + 1)}{2} - 119 = 36.$$

Гипотеза об отсутствии иных факторов, оказывающих влияние на агрегатированную модель, отрицается, если $u_r \leq u_e$. В рамках таблице Манна–Уитни находим критическую точку для $u_e = 0.05$ и $u_r = 0.01$. Так, $u_e(0.05) = 23$ и $u_r(0.01) = 16$. Так как соотношение $u_r \leq u_e$ соблюдается с вероятностью 95%, то наблюдается отрицание влияния на данный процесс иных условий функционирования агрегатированной модели.

Заключительной выступает стадия попадания агрегатированной модели готовности внедрения концепции Smart City в зону значимости экономик муниципальных образований. Для установления данного условия используем Т-критерий (табл. 7).

Таблица 6. Система рангов стадии готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City с учетом отрицания влияния на данный процесс иных условий

Муниципальные образования Орловской области	Ранг уровня технологизации города	Ранжирование уровня технологизации города	Ранг уровня технологизации города	Ранжирование уровня цифровизации общества
Должанский район	0,10	5,00	0,02	1,00
Кромской район	0,10	5,00	0,04	2,00
Колпнянский район	0,12	7,50	0,08	3,00
Ливенский район	0,14	9,50	0,10	5,00
Мценский район	0,16	11,50	0,12	7,50
Город Орел	0,18	13,00	0,14	9,50
Орловский район	0,20	14,00	0,16	11,50
Покровский район	0,24	15,5	0,24	15,50
Свердловский район	0,28	18,00	0,26	17,00
Шаблыкинский район	0,36	20,00	0,30	19,00
$\sum u$	—	119,00	—	91,00

Таблица 7. Расчет Т-критерия в рамках стадии попадания агрегатированной модели готовности внедрения концепции Smart City в зону значимости экономик муниципальных образований

Муниципальные образования Орловской области	Разность уровней	Абсолютная разность уровней	Факторное расположение уровней	Ранговый номер разности уровней
Должанский район	-0,04	0,04	0	6
Кромской район	-0,04	0,04	0,02	3
Колпнянский район	-0,04	0,04	0,04	4
Ливенский район	0	0	0,04	1
Мценский район	-0,02	0,02	0,04	2
Город Орел	-0,06	0,06	0,04	8
Орловский район	-0,04	0,04	0,04	6
Покровский район	-0,04	0,04	0,06	6
Свердловский район	-0,06	0,06	0,06	9
Шаблыкинский район	-0,08	0,08	0,08	10
$\sum$	—	—	—	55

Полученная сумма рангов составила 55. Проверим правильность полученного результата:

$$\sum u_{gz} = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+10)10}{2} = 55. \quad \text{Суммы}$$

рангов совпадают, в соответствии с этим ранжирование проведено правильно. Проверим нетипичные направления для экономик муниципальных образований Орловской области:

$$T = \sum r_i = 1, \quad (21)$$

В соответствии с таблицей Т-критерия Вилкоксона для $n=10$ соблюдается следующая параметрия: $T = 5(r_i \leq 0.01)$, $T = 10(r_i \leq 0.05)$. В рамках полученных значений эмпирическое значение T попадает в зону $T = 5(r_i \leq 0.01)$, что свидетельствует о значимости процесса внедрения концепции Smart City для экономик муниципальных образований Орловской области.

Таким образом, сформированная агрегированная оценка готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City позволила обобщить некоторые постулаты исследования. В рамках агрегированной модели установлены: значимость проводимого исследования (на основе критериев Фехнера и Пирсона); отрицание совместного развития экономик муниципальных образований Орловской области в рамках концепции Smart City; подтверждение готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City в зависимости от уровней технологизации города и цифровизации общества; попадание данной концепции в зону значимости экономик муниципальных образований.

Выводы

Проведенное выше исследование на тему «Агрегированная модель оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City» позволило сделать следующие выводы.

1. Рассмотренные системы оценки концепцией Smart City представляют собой инструменты, позволяющие проанализировать эффективность внедрения смарт-технологий в экономику города. Основными инструментами оценки Smart City выступают: индекс эффективности городов на основе рейтинговой оценки; соизмерение экономики города с направлениями «умного развития»; анализ эффективности смарт-технологий; индексная характеристика; сравнение «умных городов» с показательной базой индикаторов социально-экономического развития территорий. При этом вопрос определения готовности экономики муниципального образования развиваться в со-

ответствии с концепцией Smart City является неизученным.

2. Для решения представленной выше проблемы сформирована агрегированная модель оценки готовности экономики муниципального образования развиваться в соответствии с концепцией Smart City. Агрегированная модель направлена на определение значимости оценки данного процесса, проверку возможности совместного развития экономик муниципальных образований в рамках концепции Smart City, оценку готовности экономик муниципальных образований развиваться в зависимости от уровней технологизации города и цифровизации общества, проработку вопроса отрицания влияния иных условий функционирования агрегированной модели на процесс готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City, попадание агрегированной модели готовности к внедрению концепции Smart City в зону значимости экономик муниципальных образований.

3. Апробированная агрегированная модель на основе некоторых муниципальных образований Орловской области сформировала выводы о значимости данного процесса, отрицании совместного развития экономик муниципальных образований Орловской области в рамках концепции Smart City, а также подтверждении готовности экономик муниципальных образований развиваться в соответствии с концепцией Smart City в зависимости от уровней технологизации города и цифровизации общества. Сформулированные постулаты требуют дальнейшей проработки темы исследования в рамках внедрения агрегированной модели в систему стратегического развития муниципальных образований Орловской области.

Список литературы

1. Laufs J., Borrión H., Bradford B. Security and the Smart City: a systematic review // *Sustainable Cities and Society*. 2020. Vol. 55. P. 102023.
2. Сибирская Е. В., Овешникова Л. В., Михейкина Л. А. Цифровая экономика России: анализ современного состояния // *Экономический анализ: теория и практика*. 2020. Т. 19, № 1 (496). С. 4–24.
3. Horejsi P., Novikov K., Simon M. A smart factory in a Smart City: virtual and augmented reality in a smart assembly line // *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 94330–94340.
4. Валентей С. Д., Бахтизин А. Р., Кольчугина А. В. Готовность региональных экономик к модернизации // *Федерализм*. 2018. № 3 (91). С. 143–156.
5. Chernick H., Reschovsky A. State fiscal responses to welfare reform during recessions: lessons for the future // *Public Budgeting & Finance*. 2003. Vol. 23, N 3. P. 3–21.
6. Kovach V. O. Forecasting the mechanism of the labor market management // *Публічне урядування*. 2019. N 5 (20). P. 109–122.
7. Овешникова Л. В. Применение аналитических процедур в стратегическом планировании // *Научное обозрение*. 2012. № 6. С. 463–470.
8. Mukhametzhn S. O., Junusbekova G. A., Daueshov M. Ye. The management of urban development for the regional economic growth: the example of Kazakhstan // *Economy of Region*. 2020. Vol. 16, N 4. P. 1285–1301.
9. Ahmed A. H. A. Formation organizational and economic mechanism of the firm's competitiveness management // *International Journal on Emerging Technologies*. 2019. Vol. 10, N 2. P. 16–19.
10. Viana Carvalho Cravid H., Zaryadov I. S., Milovanova T. A. Queueing systems with different types of renovation mechanism and thresholds as the mathematical models of active queue management mechanism // *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*. 2020. Vol. 28, N 4. P. 305–318.
11. Habib A., Prybutok V. R., Alsmadi D. Factors that determine residents' acceptance of Smart City technologies // *Behaviour and Information Technology*. 2020. N 6. P. 610–623.
12. Horbyk V. Subsystems of the mechanism of state management of the natural and economic potential of the regions // *Modern Science – Moderni Veda*. 2019. Vol. 6, N 2. P. 5–15.
13. Пэн Ч. Новые точки для развития умного города // *Экономика и социум*. 2020. № 11 (78). С. 1208–1213.
14. Никитская Е. Ф. Роль агломераций в развитии регионального сегмента национальной инновационной системы России // *Федерализм*. 2018. № 2 (90). С. 46–63.
15. Monitoring of regional labor markets and the main trends of labor underutilization in Russia / E. V. Sibirskaya, M. V. Volkova, L. V. Oveshnikova, N. A. Shchukina, P. Lula // *International Journal of Sociology and Social Policy*. 2020.
16. Nikitin Iu., Kulchytskyi O. Organizational and economic mechanism of digital transformation of enterprise management // *Modern Science – Moderni Veda*. 2020. N 1. P. 40–47.
17. Härmäläinen M. A framework for a Smart City design: digital transformation in the Helsinki Smart City // *Contributions to Management Science*. 2020. P. 63–86.
18. Бухвальд Е. М., Валентей С. Д., Одинцова А. В. Экономические проблемы федерализма, региональной политики и местного самоуправления // *Вестник Института экономики Российской академии наук*. 2020. № 1. С. 51–76.
19. Бородин В. А., Гагарина Г. Ю. Экономическая интеграция регионов как механизм выравнивания и роста их потенциалов // *Федерализм*. 2020. № 2 (98). С. 76–91.
20. Future trends and current state of Smart City concepts: a survey / A. Kirimtat, O. Krejcar, A. Kertesz, M. F. Tasgetiren // *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 86448–86467.
21. Ramirez Lopez L. J., Grijalba Castro A. I. Sustainability and resilience in Smart city planning: a review // *Sustainability*. 2021. Vol. 13, N 1. P. 181.
22. Гагарина Г. Ю., Седова Н. В. Принципиальная схема проведения анализа ресурсного потенциала региона // *Финансовый менеджмент*. 2018. № 5. С. 40–51.

References

1. Laufs J., Borrión H., Bradford B. Security and the Smart City: a systematic review. *Sustainable Cities and Society*, 2020, vol. 55, pp. 102023.
2. Sibirskaja E. V., Oveshnikova L. V., Mihejkina L. A. Cifrovaja jekonomika Rossii: analiz sovremennogo sostojanija [Digital economy of Russia: analysis of the current state]. *Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2020, vol. 19, no. 1 (496), pp. 4–24.
3. Horejsi P., Novikov K., Simon M. A smart factory in a Smart City: virtual and augmented reality in a smart assembly line. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 94330–94340.
4. Valentej S. D., Bahtizin A. R., Kol'chugina A. V. Gotovnost' regional'nyh jekonomik k modernizacii [Readiness of regional economies for modernization]. *Federalizm = Federalism*, 2018, no. 3 (91), pp. 143–156.
5. Chernick H., Reschovsky A. State fiscal responses to welfare reform during recessions: lessons for the future. *Public Budgeting & Finance*. 2003. vol. 23, no. 3. pp. 3–21.
6. Kovach V. O. Forecasting the mechanism of the labor market management. *Publiche Urjaduvannja*, 2019, no. 5 (20), pp. 109–122.
7. Oveshnikova L. V. Primenenie analiticheskikh procedur v strategicheskom planirovanii [Application of analytical procedures in strategic planning]. *Nauchnoe obozrenie = Scientific Review*, 2012, no. 6, pp. 463–470.
8. Mukhametzhana S. O., Junusbekova G. A., Daueshov M. Ye. The management of urban development for the regional economic growth: the example of Kazakhstan. *Economy of Region*, 2020, vol. 16, no. 4, pp. 1285–1301.
9. Ahmed A. H. A. Formation organizational and economic mechanism of the firm's competitiveness management. *International Journal on Emerging Technologies*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 16–19.
10. Viana Carvalho Cravid H., Zaryadov I. S., Milovanova T. A. Queueing systems with different types of renovation mechanism and thresholds as the mathematical models of active queue management mechanism. *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*, 2020, vol. 28, no. 4, pp. 305–318.
11. Habib A., Prybutok V. R., Alsmadi D. Factors that determine residents' acceptance of Smart City technologies. *Behaviour and Information Technology*, 2020, no. 6, pp. 610–623.
12. Horbyk V. Subsystems of the mechanism of state management of the natural and economic potential of the regions. *Modern Science – Moderni Veda*, 2019, vol. 6, no. 2, pp. 5–15.
13. Pjen Ch. Novye tochki dlja razvitija umnogo goroda [New points for the development of a smart city]. *Jekonomika i socium = Economy and Society*, 2020, no. 11 (78), pp. 1208–1213.
14. Nikitskaja E. F. Rol' aglomeracij v razvitii regional'nogo segmenta nacional'noj innovacionnoj sistemy Rossii [The role of agglomerations in the development of the regional segment of the national innovation system of Russia]. *Federalizm = Federalism*, 2018, no. 2 (90), pp. 46–63.
15. Sibirskaja E. V., Volkova M. V., Oveshnikova L. V., Shchukina N. A., Lula P. Monitoring of regional labor markets and the main trends of labor underutilization in Russia. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 2020.
16. Nikitin Iu., Kulchitsky O. Organizational and economic mechanism of digital transformation of enterprise management. *Modern Science – Moderni Veda*, 2020, no. 1, pp. 40–47.
17. Härmäläinen M. A framework for a Smart City design: digital transformation in the Helsinki Smart City. *Contributions to Management Science*, 2020, pp. 63–86.
18. Buhval'd E. M., Valentej S. D., Odincova A. V. Jekonomicheskie problemy federalizma, regional'noj politiki i mestnogo samoupravlenija [Economic problems of federalism, regional policy and local self-government]. *Vestnik Instituta jekonomiki Rossijskoj akademii nauk = Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 2020, no. 1, pp. 51–76.
19. Borodin V. A., Gagarina G. Ju. Jekonomicheskaja integracija regionov kak mehanizm vyravnivaniya i rosta ih potencialov [Economic integration of regions as a mechanism of equalization and growth of their potentials]. *Federalizm = Federalism*, 2020, no. 2 (98), pp. 76–91.
20. Kirimtat A., Krejcar O., Kertesz A., Tasgetiren M. F. Future trends and current state of Smart City concepts: a survey. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 86448–86467.

21. Ramirez Lopez L. J., Grijalba Castro A. I. Sustainability and resilience in Smart city planning: a review. *Sustainability*, 2021, vol. 13, no. 1, p. 181.
22. Gagarina G. Ju., Sedova N. V. Principial'naja shema provedenija analiza resursnogo potenciala regiona [Schematic diagram of the analysis of the resource potential of the region]. *Finansovyy menedzhment = Financial Management*, 2018, no. 5, pp. 40–51.

Информация об авторе / Information about the Author

Комаревцева Ольга Олеговна, соискатель кафедры национальной и региональной экономики, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация
e-mail: komare_91@mail.ru
ORCID: 0000–0002–4090–822X
Researcher ID: A–8015–2016

Olga O. Komarevtseva, Applicant of the Department of National and Regional Economics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation
e-mail: komare_91@mail.ru
ORCID: 0000–0002–4090–822X
Researcher ID: A–8015–2016