

# Оценка технологического уровня умных городов Китая



**Галина Головенчик,**

доцент кафедры международных экономических отношений БГУ, кандидат экономических наук, [Golovenchik@bsu.by](mailto:Golovenchik@bsu.by)



**Сюэ Цяньвэнь,**

аспирантка кафедры аналитической экономики и эконометрики БГУ

**Аннотация.** Представлена методика оценки уровня развития умных городов Китая, разработанная путем ранжирования трех подходов (взвешенной суммы критериев WSM с равными весами, суммы критериев в сочетании с методом энтропийного взвешивания EWM, комбинированного метода EWM-TOPSIS на основе расчета степени близости между текущей ситуацией и ее «идеальным» состоянием), что позволило определить перспективные направления их устойчивого развития. Среди них: повышение цифровой грамотности жителей и выращивание цифровых талантов, совершенствование умной инфраструктуры, улучшение возможностей умного управления с помощью цифровых технологий, рост цифровой экономики и создание умных отраслей, содействие продвижению городской среды, обеспечение умной жизни.

**Ключевые слова:** умный город, Китай, цифровая инфраструктура, WSM, EWM, TOPSIS, ранжирование.

**Для цитирования:** Головенчик Г., Цяньвэнь С. Оценка технологического уровня умных городов Китая // Наука и инновации. 2024. №10. С. 60–68.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-10-60-68>

Города, являющиеся в XXI в. центром сосредоточения трудовых, финансовых и технологических ресурсов, выполняют множество важных функций в сфере создания валового внутреннего продукта, инновационного развития, подготовки кадров. По данным Всемирного банка, в конце 2022 г. жители мегаполисов составляли 56,9% населения планеты [1]. Высокий уровень урбанизации повысил значимость городов в экономике, одновременно став причиной беспрецедентных проблем в их социально-экономическом развитии, таких как нехватка тепло- и электроэнергии, транспортные коллапсы, загрязнение окружающей среды. Их решение видится в широкомасштабном применении цифровых технологий, способствующих появлению концепции умного города, значительно улучшающих качество жизни горожан и повышающих эффективность городского хозяйства.

**З**а последние 10 лет существенно возросло количество инициатив по созданию умных городов в разных странах мира. К этому процессу активно подключился и Китай, где уровень урбанизации вырос с 17,9% в 1978 г. до 66,2% в 2023 г. Более 930 млн человек живут в городах [2], что обострило противоречие между быстрым ростом городского населения и снижением его качества жизни и заставило китайское правительство обратить внимание на стратегию развития умных городов. В ноябре 2012 г. Министерство жилищного строительства и городского и сельского развития Китая выпустило «Уведомление о запуске национального пилотного проекта умного города», параллельно издав 2 документа: «Временные меры управления для национального пилотного проекта умного города» и «Испытательная система показателей национального пилотного проекта умного города (район, поселок)», начав тем самым реализацию масштабной общенациональной стратегии строительства умных городов [3].

По состоянию на начало 2024 г. в стране насчитывается более 700 пилотных проектов, связанных с умными городами. Представляется актуальным оценить уровень их развития в КНР, выявить проекты-лидеры, обобщить накопленный Китаем опыт для его масштабирования в других странах.

Анализ научной литературы позволяет утверждать, что существует 4 основных подхода к определению категории «умный город»:

- *технологический* [4–6];
- *компетентностный, ориентирующийся на человеческий капитал, то есть умные человеческие ресурсы* [7, 8];
- *управленческий, концентрирующийся на умном управлении и сотрудничестве* [9–12];
- *комбинированный* [13–15].

Исходя из них можно выделить 6 компонентов (субиндексов) умного города, которые следует измерить: умные жители, умная инфраструктура, умное управление, умная экономика, умная окружающая среда и умная жизнь – и сформировать систему из 32 показателей для интегральной оценки уровня развития умных городов (табл. 1).

Рассмотрим существующие способы ранжирования на основе нескольких показателей. Метод взвешенной суммы критериев (WSM) включает несколько процессов:

- *нормализации, выполняемый для преобразования всех показателей в одну и ту же единицу измерения;*

- *взвешивания, используемый для определения важности показателей;*
- *свертывания всех показателей в один интегральный показатель (индекс), представляющий собой сумму показателей, взвешенных коэффициентами их относительной важности, или весами.*

Широкая распространенность давно известного и активно применяемого WSM обусловлена рядом причин: он прост и понятен, удобен для расчетов, применим для решения большого спектра задач, в том числе упорядочения (ранжирования) результатов вычислений.

Для расчета интегрального индекса оценки умных городов Китая были использованы 3 метода, каждый из которых имеет свои особенности.

В первом случае для простоты будем полагать, что все субиндексы одинаково важны, так что их веса внутри индекса одинаковы:  $w_1 = \dots = w_k = 1/k$ , то есть взвешенная сумма субиндексов превращается в простое среднее арифметическое. То же касается и важности показателей внутри каждого субиндекса:  $w_1 = \dots = w_n = 1/n$  (столбец 4 в табл. 1).

Во втором случае для определения веса каждого показателя и субиндексов будет использоваться метод энтропийного взвешивания [16], впервые предложенный американским ученым Дж. Форрестером в 1960 г. Метод EWM основан на информационной энтропии, измеряющей разницу между показателями и больше энтропия, тем больше разница, тем больше вес показателя, и наоборот, то есть метод учитывает различия между показателями и позволяет объективно оценить важность каждого. Он прост в расчетах, удобен в применении и более надежен по сравнению с субъективными методами оценки, поскольку на него не влияет человеческий фактор (например, знания и опыт экспертов).

В третьем случае для расчета интегрального индекса оценки умных городов будет применим комбинированный подход: к EWM будет добавлен метод определения порядка ранжирования по сходству с идеальным решением (TOPSIS). Его логика основана на концепции, согласно которой выбранное идеальное решение должно иметь наименьшее геометрическое расстояние от наилучшего решения и наибольшее – от наихудшего [17]. Методика EWM-TOPSIS активно используется китайскими экономистами [18, 19]) и позволяет находить компромиссы между показателями оценки, когда плохие результаты по одному из них могут быть компенсированы хорошими результатами по другому.

1	Наименование субиндекса/показателя	Обозначение субиндекса / показателя	Удельный вес в индексе	
			равные веса	взвешенные веса
<b>1</b>	<b>Умная инфраструктура</b>	<b>B01</b>	<b>0,16667</b>	<b>0,18868</b>
1.1	Количество абонентов фиксированного широкополосного доступа в Интернет на 100 чел.	A01	0,02381	0,01258
1.2	Количество абонентов мобильной связи на 100 чел.	A02	0,02381	0,01033
1.3	Объем бизнеса почты и телекоммуникаций (100 млн юаней)	A03	0,02381	0,08358
1.4	Площадь городских дорог на душу населения (м <sup>2</sup> )	A04	0,02381	0,01430
1.5	Количество единиц общественного транспорта на 10 тыс. чел.	A05	0,02381	0,02499
1.6	Плотность дорожной сети на застроенных территориях (км на м <sup>2</sup> )	A06	0,02381	0,02005
1.7	Плотность дренажных труб на застроенных территориях (км на м <sup>2</sup> )	A07	0,02381	0,02284
<b>2</b>	<b>Умное управление</b>	<b>B02</b>	<b>0,16667</b>	<b>0,13388</b>
2.1	Подушевые доходы общего государственного бюджета (юани на человека)	A08	0,03333	0,03248
2.2	Покрываемость расходов государственного бюджета расходами <sup>1</sup> (%)	A09	0,03333	0,01102
2.3	Наукоёмкость государственного бюджета <sup>2</sup> (%)	A10	0,03333	0,04525
2.4	Доля расходов государственного бюджета на образование (%)	A11	0,03333	0,02092
2.5	Доля расходов государственного бюджета на социальное обеспечение и занятость (%)	A12	0,03333	0,02420
<b>3</b>	<b>Умная экономика</b>	<b>B03</b>	<b>0,16667</b>	<b>0,37136</b>
3.1	ВВП на душу населения (юани)	A13	0,02778	0,02211
3.2	Доля продукции третичного сектора <sup>3</sup> в ВВП (%)	A14	0,02778	0,01546
3.3	Индекс инноваций (баллы)	A15	0,02778	0,12092
3.4	Общая стоимость импорта и экспорта (100 млн юаней)	A16	0,02778	0,11686
3.5	Фактическое использование прямых иностранных инвестиций (100 млн долл.)	A17	0,02778	0,08489
3.6	Индекс цифровой финансовой доступности (баллы)	A18	0,02778	0,01112
<b>4</b>	<b>Умная окружающая среда</b>	<b>B04</b>	<b>0,16667</b>	<b>0,04481</b>
4.1	Степень централизованной очистки очистных сооружений (%)	A19	0,04167	0,01401
4.2	Доля дней с отличным качеством окружающего воздуха в городе (%)	A20	0,04167	0,01940
4.3	Степень озеленения застроенных территорий (%)	A21	0,04167	0,00817
4.4	Доля безопасной обработки бытовых отходов (%)	A22	0,04167	0,00323
<b>5</b>	<b>Умные жители</b>	<b>B05</b>	<b>0,16667</b>	<b>0,13766</b>
5.1	Число студентов, обучающихся в высших учебных заведениях, на 10 тыс.чел. населения (чел.)	A23	0,04167	0,03616
5.2	Соотношение числа студентов и преподавателей в системе высшего образования	A24	0,04167	0,00549
5.3	Доля занятых в сфере передачи информации, программного обеспечения и информационно-технологических услуг в городском нечастном секторе (%)	A25	0,04167	0,06561
5.4	Доля занятых в сфере научных исследований и технических услуг в городском нечастном секторе (%)	A26	0,04167	0,03040
<b>6</b>	<b>Умная жизнь</b>	<b>B06</b>	<b>0,16667</b>	<b>0,12362</b>
6.1	Располагаемый доход на душу населения (юани)	A27	0,02778	0,02546
6.2	Коэффициент Энгеля (%)	A28	0,02778	0,00684
6.3	Общий объем розничных продаж потребительских товаров на душу населения (юани)	A29	0,02778	0,01324
6.4	Количество книг на душу населения (книг/чел.)	A30	0,02778	0,04907
6.5	Число сертифицированных (и ассистирующих) врачей на 10 тыс. чел. постоянного населения (чел.)	A31	0,02778	0,01282
6.6	Число коек в учреждениях здравоохранения на 10 тыс. чел. постоянного населения (коек)	A32	0,02778	0,01619

<sup>1</sup> Доходы общего государственного бюджета / расходы общего государственного бюджета × 100%

<sup>2</sup> Расходы государственного бюджета на науку и технологии / общие расходы государственного бюджета × 100%

<sup>3</sup> Отрасли третичного сектора: традиционные (транспорт, связь, торговля), социально-культурные (наука, образование, медицина, жилищное и коммунальное обслуживание, культура, туризм), другие отрасли хозяйственной деятельности (финансы, консультационные, информационные услуги, недвижимость)

Таблица 1. Показатели для оценки уровня развития умных городов Китая и их веса (равные и взвешенные)

В Китае пилотные проекты умных городов реализуются на 3 уровнях: города, районы городского подчинения (уезды) и поселки. В качестве объектов исследования выбраны 63 города, ранее других запустившие пилотные программы, данные по которым доступны из многочисленных статистических сборников КНР за 2022 г.

## Методика ранжирования

Представим методику ранжирования умных городов Китая для каждого из 3 методов.

Создание исходной матрицы для оценки уровня развития  $m$  умных городов на основе выбранных  $n$  показателей ( $n=32$ ):

$$X = (x_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}_{mn}, \quad (1)$$

где  $x_{ij}$  – значение  $j$ -го показателя для  $i$ -го города;  $i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$ .

Нормализация исходных данных. Поскольку единицы измерения каждого показателя различны, исходные данные необходимо нормализовать в безразмерные единицы в диапазоне от 0 до 1 по формулам (2):

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}}, \quad x'_{ij} = \frac{x_{ij}^{\max} - x_{ij}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}}. \quad (2)$$

Показатели, основанные на выгодах, рассчитываются по первой формуле; показатели, основанные на затратах, – по второй.

В первом методе сначала осуществляется расчет субиндексов  $i$ -го города, каждый из которых содержит  $n$  показателей с равными весами:

$$SI_i = \frac{\sum_{j=1}^n x'_{ij}}{n}, \quad (3)$$

а затем интегрального индекса  $i$ -го города, содержащего  $k$  равнозначных субиндексов:

$$I_i = \frac{\sum_{i=1}^k SI_i}{k}. \quad (4)$$

Во втором и третьем методах далее производится вычисление энтропийного веса  $e_j$ :

$$e_j = -\frac{\sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij})}{\ln m}, \quad (5)$$

где 
$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}},$$

затем – вычисление веса  $w_j$  каждого показателя  $x'_{ij}$ :

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)}, \quad (6)$$

при этом 
$$\sum_{j=1}^n w_j = 1,$$

и веса  $w_k$  каждого субиндекса  $SI_i$ :

$$w_k = \sum_{j=1}^n w_j. \quad (7)$$

На основе данных столбца 5 табл. 1 выделим 5 показателей с наибольшими весами – A15, A16, A17, A03 и A25, сумма которых составила 0,47186 (или 47,19%), что свидетельствует о значительной разнице между исследуемыми городами. Также определим 5 значений с наименьшими весами – A02, A21, A28, A24 и A22, набравших в сумме 3,41% и указывающих на минимальное отличие оцениваемых городов.

Результаты расчета весов субиндексов с использованием EWM (столбец 5 табл. 1) показывают, что среди 6 измерений умного города Китая самым высоким является вес умной экономики – 37%, за ним следуют умная инфраструктура (19%), умные жители (14%), умное управление (13%), умная жизнь (12%) и умная окружающая среда (5%).

В завершение второго метода рассчитывается интегральный индекс  $i$ -го города по 32 показателям с разными весами:

$$I_i = \sum_{j=1}^{32} x'_{ij} \times w_j. \quad (8)$$

Третий метод начинается с построения взвешенной матрицы решений  $Y$ :

$$Y = [y_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} y_{11} & \dots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \dots & y_{mn} \end{bmatrix}, \quad (9)$$

где 
$$y_{ij} = x'_{ij} \times w_j,$$

при этом нормализация показателей  $x_{ij}$  исходной матрицы  $X$  проводится иным способом:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad m = 1, 2 \dots m. \quad (10)$$

Далее – определение наилучшего (best) и наихудшего (worst) показателя  $j$  для города  $i$ :

$$Y_j^b = \max_{i=1} y_{ij} , \quad (11)$$

$$Y_j^w = \min_{i=1} y_{ij} . \quad (12)$$

Вычисление геометрических расстояний между значением каждого показателя  $j$  для города  $i$  и наилучшим/наихудшим значением такого показателя среди всех городов:

$$d_i^b = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - Y_j^b)^2} , \quad (13)$$

$$d_i^w = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - Y_j^w)^2} . \quad (14)$$

Вычисление интегрального индекса  $i$ -го города как относительной близости  $s_i$  каждого показателя к худшему значению для каждого города:

$$I_i = s_i = \frac{d_i^w}{d_i^w + d_i^b} , \quad (15)$$

$$0 \leq s_i \leq 1 .$$

Ранжирование 63 городов Китая в соответствии с полученными по 3 методикам результатами в порядке убывания представлено в *табл. 2*. Чем больше значение  $I_i$ , тем умнее город, и наоборот.

## Анализ результатов оценки уровня развития китайских умных городов

Результаты ранжирования свидетельствуют о значительных различиях в уровне развития умных городов, при этом большую часть составляют мегаполисы со средними и низкими итоговыми показателями, что в целом демонстрирует пирамидальную структуру распределения. В региональном распределении высокий уровень развития наблюдается

Рейтинг	WSM с равными весами		EWM-WSM		EWM-TOPSIS	
	Город	Балл оценки	Город	Балл оценки	Город	Балл оценки
1.	Пекин	0,69953	Пекин	0,69330	Пекин	0,71796
2.	Шанхай	0,62811	Шанхай	0,67909	Шанхай	0,66813
3.	Нанкин	0,61768	Шэньчжэнь	0,59835	Шэньчжэнь	0,60823
4.	Ханчжоу	0,60943	Ханчжоу	0,47622	Сучжоу	0,34033
5.	Шэньчжэнь	0,60090	Гуанчжоу	0,46521	Гуанчжоу	0,33230
6.	Гуанчжоу	0,57292	Сучжоу	0,44065	Ханчжоу	0,31221
7.	Сучжоу	0,54426	Нанкин	0,44037	Нанкин	0,23907
8.	Цзинань	0,49612	Ухань	0,35289	Ухань	0,23831
9.	Сямынь	0,49268	Хэфэй	0,33050	Чэнду	0,21217
10.	Уси	0,49140	Чэнду	0,32159	Сиань	0,19292
11.	Ухань	0,48799	Уси	0,31299	Тяньцзинь	0,17968
12.	Чжухай	0,48783	Циндао	0,31177	Нинбо	0,17573
13.	Хэфэй	0,48615	Цзинань	0,31083	Циндао	0,17097
14.	Циндао	0,48378	Нинбо	0,30953	Хэфэй	0,16676
15.	Нинбо	0,48172	Тяньцзинь	0,30646	Чжэнчжоу	0,15556
16.	Чанша	0,47296	Сямынь	0,30471	Чунцин	0,14778
17.	Чанчжоу	0,46438	Чжухай	0,30119	Уси	0,14634
18.	Вэйхай	0,46427	Чанша	0,29954	Сямынь	0,14359
19.	Фучжоу	0,46043	Сиань	0,29694	Далянь	0,14115
20.	Хайкоу	0,45810	Чжэнчжоу	0,28800	Цзинань	0,14042
21.	Санья	0,45728	Далянь	0,27976	Фошань	0,13158
22.	Чжэнчжоу	0,45659	Фучжоу	0,27742	Уху	0,12775
23.	Гуйян	0,44907	Чанчжоу	0,27019	Чанша	0,12725
24.	Далянь	0,44761	Цзясин	0,25557	Чжухай	0,12180
25.	Куньмин	0,44500	Уху	0,25459	Наньчан	0,11292
26.	Чэнду	0,44433	Санья	0,25274	Цзясин	0,10740
27.	Сиань	0,44226	Наньчан	0,25173	Фучжоу	0,10569
28.	Уху	0,43472	Фошань	0,24855	Чанчжоу	0,10240
29.	Шэньян	0,43266	Вэйхай	0,24748	Шицзячжуан	0,10001
30.	Тяньцзинь	0,43115	Шэньян	0,24532	Ланьчжоу	0,09866
31.	Цзясин	0,42991	Чунцин	0,24513	Наньтун	0,09725

Таблица 2. Результаты рейтингового ранжирования умных городов Китая

в основном на востоке и юге, низкий на – западе и севере Китая. В соответствии с наиболее сложным методом расчета EWM-TOPSIS средний уровень оценки 63 умных городов составляет 0,14 балла, при этом у 20 населенных пунктов (31,7% выборки) она превышает среднее значение, а у 43 (68,3%) – находится ниже его.

Сравнивая методы ранжирования, можно отметить, что разница между наибольшим и наименьшим значением индекса по методу EWM-TOPSIS (0,68511) больше, чем между этими же показателями по методу EWM-WSM (0,58043) и методу WSM с равными весами (0,44811) (*рисунок*). Это связано с различными мето-

Рейтинг	WSM с равными весами		EWM-WSM		EWM-TOPSIS	
	Город	Балл оценки	Город	Балл оценки	Город	Балл оценки
32.	Наньчан	0,42545	Гуйян	0,24481	Шэньян	0,09422
33.	Тайчжоу	0,42227	Куньмин	0,24249	Тайюань	0,09317
34.	Яньтай	0,41911	Хайкоу	0,23904	Хух-Хото	0,09161
35.	Тайюань	0,41527	Тайюань	0,23778	Санья	0,09063
36.	Вэньчжоу	0,40903	Наньтун	0,23750	Вэньчжоу	0,09032
37.	Хух-Хото	0,40803	Вэньчжоу	0,23490	Лоян	0,08839
38.	Ланьчжоу	0,40669	Яньтай	0,23400	Яньтай	0,08803
39.	Наньтун	0,40449	Ланьчжоу	0,23057	Куньмин	0,08764
40.	Чунцин	0,39678	Тайчжоу	0,22301	Гуйян	0,08432
41.	Вэйфан	0,39337	Хух-Хото	0,22207	Харбин	0,08294
42.	Цзыбо	0,38638	Наньнин	0,21583	Наньнин	0,07924
43.	Шицзячжуан	0,38534	Шицзячжуан	0,20993	Хайкоу	0,07675
44.	Жичжао	0,38165	Вэйфан	0,20300	Вэйхай	0,07472
45.	Наньнин	0,37985	Янчжоу	0,19937	Тайчжоу	0,07454
46.	Иньчуань	0,37902	Харбин	0,19759	Сюйчжоу	0,06666
47.	Фошань	0,37558	Цзыбо	0,19498	Вэйфан	0,06571
48.	Баотоу	0,37473	Лоян	0,19423	Янчжоу	0,06362
49.	Янчжоу	0,36895	Жичжао	0,19007	Иньчуань	0,06202
50.	Таншань	0,35907	Таншань	0,18809	Таншань	0,06189
51.	Цзинин	0,35314	Иньчуань	0,18800	Шаньтоу	0,05786
52.	Сюйчжоу	0,34931	Сюйчжоу	0,18484	Синин	0,05755
53.	Харбин	0,34789	Баотоу	0,18470	Цзыбо	0,05746
54.	Синин	0,33849	Синин	0,18166	Линьни	0,05736
55.	Гуйлинь	0,33278	Цзинин	0,17098	Жичжао	0,05395
56.	Лоян	0,32750	Гуйлинь	0,16488	Гуйлинь	0,05146
57.	Шаньтоу	0,32740	Линьни	0,15989	Лицзян	0,05063
58.	Линьни	0,32481	Шаньтоу	0,15912	Цзинин	0,04854
59.	Лицзян	0,32225	Лицзян	0,15669	Баотоу	0,04802
60.	Дэчжоу	0,29901	Дэчжоу	0,13497	Цицикар	0,04508
61.	Датун	0,27689	Датун	0,12763	Дэчжоу	0,03887
62.	Хуайнань	0,27040	Хуайнань	0,12719	Хуайнань	0,03442
63.	Цицикар	0,25142	Цицикар	0,11287	Датун	0,03285

дами нормализации исходных показателей – сравни (2) и (10), – в результате чего TOPSIS позволяет более четко выделять различия между объектами оценки.

Если рассмотреть 10 лидеров общего рейтинга по всем методам расчета, то совпадают первые 7 городов: Пекин, Шанхай, Шэньчжэнь, Сучжоу, Гуанчжоу, Ханчжоу, Нанкин. Эти мегаполисы ранее других в Китае (и даже во всем мире) начали разработку и реализацию концепции умного города, поэтому обладают более эффективными системами управления муниципальным образованием. Там не только были подготовлены стратегии

создания таких мегаполисов, планы их поэтапного развития, учреждены специальные фонды для поддержки и выполнения проекта, но и выстроена умная городская инфраструктура в соответствии с местными особенностями и наличием ресурсов.

Абсолютными лидерами по значению интегрального индекса являются Пекин, Шанхай и Шэньчжэнь, вошедшие в тройку лидеров умных городов по 2 методам расчета.

Будучи столицей и центром научно-технических инноваций Китая, Пекин обладает уникальными ресурсными преимуществами. Еще в марте 2012 г. был опубликован План действий по умному Пекину, в котором разъяснялись цели его развития и конкретные инициативы:

- реализация системы городского управления с умным контролем движения транспорта и рациональным распределением ресурсов посредством создания повсеместной, интегрированной, интеллектуальной и надежной информационной инфраструктуры;
- построение интегрированной, персонализированной и гуманизированной цифровой среды обитания городских и сельских жителей, сопровождающей их на протяжении всей жизни;
- распространение новой операционной модели, ведущей к инновационным изменениям на предприятиях посредством цифровых технологий;
- формирование эффективной системы государственных услуг, ориентированной на потребности населения [20].

Далее были обнародованы Пекинский план действий по развитию больших данных и облачных вычислений (2016–2020 гг.), План действий Пекина по развитию умного города в период XIV пятилетки, Руководство по созданию новой сенсорной системы умного города в Пекине,

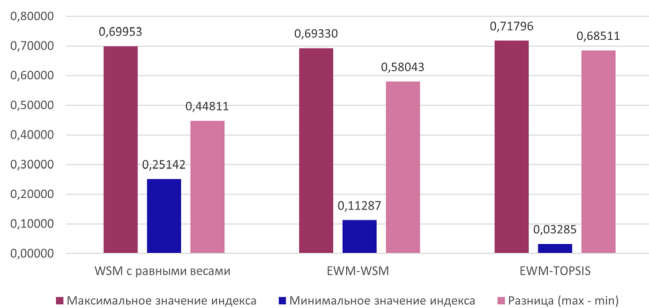


Рисунок. Максимальное и минимальное значения индекса при различных методах ранжирования

в которых были обобщены существующие практики и определены цели и конкретные меры на каждом этапе. После более чем 10-летних усилий столица добилась замечательных успехов в области создания информационной инфраструктуры, цифровой трансформации предприятий, умного управления элементами городского хозяйства и предоставления удобных услуг. Так, по итогам 2023 г. добавленная стоимость цифровой экономики в Пекине достигла 1876,67 млрд юаней, что составило 42,9% ВВП. В течение года создано 123 тыс. новых научно-технических предприятий, или 41,4% всех вновь открывшихся в столице предприятий. В городе установлено в общей сложности 329 тыс. базовых станций мобильной связи, включая 163 тыс. 4G и 107 тыс. 5G [21].

Шанхай как экономический и финансовый центр КНР обладает хорошей основой для развития индустрии финансовых, торговых и IT-услуг. В 2010 г. там была представлена стратегия создания умного города, ориентированного на будущее. В 2011 г. сформирована ведущая группа по строительству умного города и был опубликован Шанхайский 3-летний план мероприятий по содействию строительству умного города на 2011–2013 гг., в котором основное внимание уделялось 4 аспектам: информационной инфраструктуре, системе восприятия и интеллектуального применения информации, индустрии цифровых технологий нового поколения и обеспечению информационной безопасности [22]. Позднее был принят ряд планов, направленных на поддержку упорядоченного строительства умного города. По состоянию на конец 2023 г. в Шанхае установлено более 78 тыс. наружных базовых и 370 тыс. малых станций 5G внутри помещений, что обеспечивает покрытие мобильной сетью последнего поколения всей территории города. Благодаря развитой инфраструктуре высокоскорост-

ной мобильной связи в Шанхае осуществлено более 920 проектов по применению 5G в таких областях, как умное производство, здравоохранение, образование. В сфере умного управления создана единая платформа доступа к 3705 государственным услугам (по состоянию на конец 2023 г.), из которых 3326 могут реализовываться онлайн-операциями [23].

В 2012 г. в Шэньчжэне был сформирован долгосрочный план строительства умного города на 2011–2020 гг., а в 2018 г. обнародован Общий план строительства нового умного города: предполагалось, что к 2020 г. он станет глобальным первопроходцем в области цифровых технологий. В 2021 г. Генеральный офис муниципального народного правительства Шэньчжэня представил XIV 5-летний План национального экономического и социального развития города и наброски долгосрочных целей на 2035 г., в 2022 г. – План развития цифрового правительства и умного города, в 2023 г. – План действий по строительству цифрового города-близнеца – Pioneer City. В результате более чем 10-летней практики Шэньчжэнь занимает лидирующие позиции среди китайских городов в области создания цифровой информационной инфраструктуры, интегрированной платформы онлайн-государственных услуг, внедрения цифровых технологий в производство и становления открытой и безопасной цифровой городской экосистемы.

Сучжоу, Гуанчжоу, Ханчжоу, Нанкин, входящие в топ-10 по всем методикам, являются центрами политического, экономического, культурного, научно-образовательного развития в своих регионах.

Города из десятки аутсайдеров во всех трех рейтингах (Линьи, Гуйлинь, Лицзян, Цицикар, Дэчжоу, Хуайнань и Датун) также реализуют пилотные проекты умных городов, однако они ограничены в природных ресурсах, располагают скромной экономической базой и недостаточным резервом высококвалифицированных специалистов и «цифровых талантов», в связи с чем на их основе сложно сформировать конкурентоспособные промышленные кластеры и препятствовать очевидной утечке квалифицированного персонала.

В целях проверки достоверности проведено тестирование результатов, полученных с помощью 3 методов, с использованием корреляционного анализа Пирсона (табл. 3). Видно, что коэффициент корреляции Пирсона в данном исследовании близок к 1 (варьируется в пределах 0,84265... 0,95339), что свидетельствует о высокой схожести результатов и надежности предложенной методики.

## Рекомендации по развитию компонентов умного города

Анализ показал, что в долгосрочной перспективе устойчивое развитие умных городов может основываться на китайском опыте, продемонстрировавшем впечатляющие успехи и выявившем ряд важнейших аспектов, которые следует учитывать.

**Цифровая грамотность жителей и выращивание цифровых талантов.** Будучи составной частью города, его население выступает не только планировщиком и строителем умных городов, но и потребителем услуг, основанных на широком применении цифровых технологий нового поколения в таких областях, как общественный транспорт, образование, медицина и здравоохранение, социальное обеспечение, охрана окружающей среды и других, что требует соответствующего владения цифровыми знаниями и навыками. Поэтому следует поощрять местные университеты, научно-исследовательские институты и технологические предприятия к сотрудничеству в подготовке специалистов с теоретической базой и практическим опытом в области умных городов, повышать уровень навыков и умений горожан по использованию цифровых технологий и оборудования.

**Совершенствование умной инфраструктуры.** Это основа для построения умного города, состоящая из информационных сетей и интеллектуализированной традиционной инфраструктуры (муниципальные трубопроводы, дороги, мосты, электросети), которая, с одной стороны, может повысить эффективность городской логистики и сократить временные затраты, предоставить людям доступ к удобным городским услугам, с другой – позволит отслеживать рабочее состояние инфраструктуры в режиме реального времени на основе сбора, передачи и анализа данных с помощью датчиков, камер наблюдения, смартфонов, высокоскоростной мобильной связи 5G и прочего, для оперативного реагирования

на городские проблемы. Все это важно для повышения уровня умного управления, качества жизни населения, улучшения бизнес-среды. Инвестиции в инфраструктуру улучшают городскую среду, привлекают высокотехнологичные отрасли и высококвалифицированные таланты.

**Улучшение возможностей умного управления с помощью цифровых технологий,** которое выявляет насущные социальные проблемы города, а также фокусируется на сотрудничестве между государственными ведомствами, отраслевыми организациями, исследовательскими институтами и гражданами. Особое внимание должно уделяться совершенствованию процесса принятия решений путем учета мнений более широкого круга заинтересованных сторон для достижения устойчивого развития умных городов в социальной, экономической и экологической сферах. Соответствующие меры включают создание интерактивных муниципальных веб-сайтов, платформ для предоставления государственных услуг по принципу «одного окна» и мобильных приложений для содействия участию общественных структур, предприятий и населения в строительстве умных городов путем диверсифицированного сотрудничества.

**Развитие умной экономики и умных отраслей,** способствующих трансформации модели экономического развития умных городов от ресурсоемкой и трудоемкой к наукоемкой и технологичной, тем самым еще больше повышая их конкурентоспособность. Поэтому следует не только наращивать существующий отраслевой потенциал, содействуя цифровой трансформации традиционных сильных отраслей с помощью цифровых технологий и цифровых бизнес-моделей, но и активно создавать новые стратегические отрасли, такие как большие данные, искусственный интеллект и высокотехнологичное производство.

**Содействие развитию умной городской среды,** являющейся основой для комфортного обитания человека. При этом переход к «зеленой» низкоуглеродной энергетике для достижения более чистого производства должен рассматриваться как важный аспект строительства умного города. Создание интеллектуальных платформ для экологического мониторинга будет способствовать интеграции и анализу данных из различных источников, предоставит информационную поддержку для принятия соответствующих мер по охране окружающей среды, сможет обеспечить научную основу для реагирования на экологические чрезвычайные ситуации.

Методы	WSM с равными весами	EWM-WSM	EWM-TOPSIS
WSM с равными весами	1	-	-
EWM-WSM	0,94889	1	-
EWM-TOPSIS	0,84265	0,95339	1

Таблица 3. Коэффициенты корреляции Пирсона между результатами рейтингов умных городов Китая по трем методикам



**Обеспечение умной жизни** – создание экологичной, безопасной и пригодной для благополучной жизни городской среды, охватывающей удобные услуги, предоставляемые жителям различными заинтересованными сторонами. При этом в приоритете должны быть умное здравоохранение, дома и библиотеки, учитывающие интересы всех групп населения, в том числе пожилых людей и инвалидов, для которых услуги должны быть адаптированы или изначально разработаны соответствующим образом.

Таким образом, развитие на основе концепции умного и устойчивого города – одно из возможных ответов на множество вызовов, возникающих перед современными городами. Единого подхода к оценке уровня развития умных городов в настоящее время не существует, что затрудняет применение доступных инструментов мониторинга и анализа различных аспектов городского строительства для выработки перспективной политики, основанной на фактических данных. Для решения этой проблемы авторами определены компоненты, составляющие

■ **Summary.** A methodology for assessing the level of development of smart cities in China is presented, developed by ranking three approaches (a weighted sum of WSM criteria with equal weights, a sum of criteria combined with the EWM entropy weighing method, a combined EWM-TOPSIS method based on calculating the degree of proximity between the current situation and its "ideal" state), which made it possible to determine promising areas of their sustainable development. Among them: improving the digital literacy of residents and growing digital talents, improving smart infrastructure, improving smart management capabilities through digital technologies, growing the digital economy and creating smart industries, promoting the urban environment, and ensuring smart living.

■ **Keywords:** smart city, China, digital infrastructure, WSM, EWM, TOPSIS, ranking.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-10-60-68>

концепт умного города, сформирована система показателей для интегральной оценки уровня развития умных городов Китая, предложена авторская методика их оценки. ■

Статья поступила в редакцию  
24.06.2024 г.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Urban population (% of total population) / World Bank // <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?view=chart>.
2. Построение новой модели интеграции и развития между городами и сельскими районами / China Daily // <https://china.chinadaily.com.cn/a/202403/13/WS65f1661ea3109f7860dd5416.html> (на кит. яз.).
3. Уведомление о запуске национального пилотного проекта умного города / Министерство жилищного строительства и городского и сельского развития Китая // <https://law168.com.cn/doc/view?id=167540> (на кит. яз.).
4. Белая книга по умным городам / Китайский исследовательский центр по развитию промышленной информационной безопасности. – Пекин, 2022 (на кит. яз.).
5. Odendaal N. Information and communication technology and local governance: understanding the difference between cities in developed and emerging economies // *Computers, Environment and Urban Systems*. 2003. №27. P. 585–607.
6. Smart cities / European Commission // [https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities\\_en](https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en).
7. Meijer A., Rodríguez-Bolívar M. P. Governing the Smart City: a Review of the Literature on Smart Urban Governance // *International Review of Administrative Sciences*. 2015. №81(2). P. 1–17.
8. Winters J.V. Why are Smart Cities Growing? Who Moves and Who Stays // *Journal of Regional Science*. 2011. Vol. 51. №2. P. 253–270.
9. Лю Шуян, Ли Сируй. Умное городское управление: изменение государственной модели предоставления общественных услуг // *Социальная наука*. 2019. №1. С. 26–34 (на кит. яз.).
10. Akande A. [et al.]. The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe // *Sustainable Cities Soc.* 2019. №44. P. 475–487.
11. Kourtik K., Nijkamp P. Smart cities in the innovation age // *Innovation*. 2012. №2. P. 93–95.
12. Nesti G. Defining and assessing the transformational nature of smart city governance: Insights from four European cases // *International Review of Administrative Sciences*. 2020. №1. P. 20–37.
13. Batty M. [et al.]. Smart Cities of the Future // *The European Physical Journal*. 2012. №214. P. 481–518.
14. Giffinger R., Gudrun H. Smart Cities Ranking: An Effective Instrument for the Positioning of Cities? // *Architecture, City and Environment*. 2010. Vol. 4. №12. P. 7–25.
15. Nam T., Pardo T.A. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions // *Proc. 12th Conference on Digital Government Research, College Park, MD, June 12–15, 2011*. P. 282–291.
16. Yuxin Zhu, Dazuo Tian, Feng Yan. Effectiveness of Entropy Weight Method in Decision-Making // *Mathematical Problems in Engineering*. 2020. Vol. 2020. P. 1–5.
17. Madanchian M., Taherdoost H. A comprehensive guide to the TOPSIS method for multi-criteria decision making // *Sustainable Social Development*. 2023. Vol. 1. №1. P. 1–6.
18. Ding Lin. [et al.]. A Comprehensive Evaluation of Urban Sustainable Development in China Based on the TOPSIS-Entropy Method // *Sustainability*. 2016. №746. P. 1–23.
19. Liu Yang [et al.]. Evaluation of New Power System Based on Entropy Weight-TOPSIS Method // *Mathematical Problems in Engineering*. 2022. №7. P. 1–10.
20. План действий по умному Пекину / Народное правительство города Пекина // [https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj/szfwj/201905/t20190523\\_72559.html](https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj/szfwj/201905/t20190523_72559.html) (на кит. яз.).
21. Статистический бюллетень национального экономического и социального развития Пекина за 2023 год / Муниципальное бюро статистики Пекина // [https://tjj.beijing.gov.cn/tjsj\\_31433/tjgb\\_31445/ndgb\\_31446/202403/t20240321\\_3595860.html](https://tjj.beijing.gov.cn/tjsj_31433/tjgb_31445/ndgb_31446/202403/t20240321_3595860.html) (на кит. яз.).
22. Шанхайский трехлетний план действий по содействию строительству умного города (2011–2013 гг.) / Шанхайская муниципальная комиссия по экономике и информационным технологиям // <https://app.sheit.sh.gov.cn/szfhg/652766.htm> (на кит. яз.).
23. Статистический бюллетень национального экономического и социального развития Шанхая за 2023 год / Муниципальное бюро статистики Шанхая // <https://tjj.sh.gov.cn/tjgb/20240321/f66c5b25ce604a1f9af755941d5f454a.html> (на кит. яз.).