

6. Ляшенко І. М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів / І. М. Ляшенко, М. В. Коробова, А. М. Столяр. — Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2006. — 304 с.
7. BrandZ Top 100 Rises 7 Percent With Growth Across Categories [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.millwardbrown.com/brandz/Top_100_Global_Brands.aspx.
8. Наконечний С. І. Економетрія : підруч. / С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко, Т. П. Романюк. — [3-е вид. доп. та перероб.]. — К. : КНЕУ, 2004. — 520 с.

REFERENCES

1. Buslenko, N.P. (1968), *Modelirovaniye slozhnyh system* [Modeling of complex systems], Nauka, Moscow, Russia.
2. (1975), *Matematika i kibernetika v ekonomike. Slovar-spravochnik* [Mathematics and Cybernetics in the economy. Dictionary Directory], Ekonomika, Moscow, Russia.
3. (2002), *Ekonomichna encyclopedia. T. 3.* [Economic Encyclopedia. Vol. 3], [redkol. : S.V. Mocherniy (vidp. red.) ta in.], Vydavnychy centr "Akademia", Kyiv, Ukraine.
4. Lyapunov, A.M. (1950), *Obshchaya zadacha ob ustoychivosti dvizheniya* [The general problem of stability of motion], Gostekhizdat, Moscow, Leningrad, Russia.
5. Volterra, V. (1976), *Matematicheskaya teoriya borby za sushchestvovaniye* [The mathematical theory of the struggle for existence], Translated by Bondarenko, O.N., Nauka, Moscow, Russia.
6. Ljashenko, I.M., Korobova, M.V. and Stoliar, A.M. (2006), *Osnovy matematychnoho modeliuвання ekonomichnyh, ekolohichnyh ta social'nyh procesiv* [Basics of mathematical modeling of economic, environmental and social processes], Educational book – Bohdan, Ternopil', Ukraine.
7. Millwardbrown / “BrandZ Top 100 Rises 7 Percent With Growth Across Categories electronic resource” : available at: www.millwardbrown.com/brandz/Top_100_Global_Brands.aspx (access February 10, 2014).
8. Nakonechniy, S.I., Tereshchenko, T.A. and Romaniuk, T.P. (2004), *Ekonometriya: pidruchnik* [Econometrics: textbook], 3-e vid., dop. ta pererob., KNEU, Kyiv, Ukraine.

УДК 33.330.46

МЕТОДОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ІНДИКАТОРІВ

Черняк О.І., д.е.н., професор, Шумаєва М.І., здобувач

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Україна, 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 64/13

chernyak@univ.kiev.ua, marina.netesina@gmail.com

*«All models are
wrong but some are useful»*

George E.P. Box

Становлення інформаційного суспільства справляє різний вплив на формування взаємовідносин між різними групами осіб з огляду на новітні технології обміну інформацією, застосуванням Інтернет-технологій та телекомунікаційного зв'язку. Актуальність дослідження зумовлена формуванням нового вектора розбудови інформаційного суспільства, зростанням рівня інформатизації різних сфер людської діяльності. Аналіз оцінки стану інформатизації країн базується на системі статистичних показників (композиційних індикаторів), що характеризують стан і тенденції розвитку інформаційного суспільства. Композиційні індикатори дають змогу інтегрувати великі обсяги статистичної інформації в легко зрозумілий формат для подальшої оцінки. Для формування композиційного індикатора визначають набір суб-індикаторів, які характеризують систему з максимально можливою повнотою. Швидкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій є причиною для формування нових методологій оцінки розвитку інформаційного суспільства. У статті визначено основні підходи та методи для побудови

композиційного індикатора оцінки розвитку інформаційного суспільства. Наведено методи багатовимірного аналізу, імпутації відсутніх даних, нормалізації та агрегації індикаторів, застосування матриці NUSAP «Родовід» для визначення кожної фази формування композиційного індикатора. Концепція якості композиційного індикатора залежить не тільки від якості основних складових (індивідуальних індикаторів та суб-індикаторів), але і від якості методологічного процесу, який використовується для створення композиційного індикатора. Для побудови достовірного композиційного індикатора необхідно слідувати чіткому алгоритму та використовувати належні методи. У статті запропоновано алгоритм побудови композиційного індикатора та методологію раціонального використання того чи іншого методу при розробці нового композиційного індикатора з урахуванням національних особливостей країни.

Ключові слова: інформаційне суспільство, інформаційно-комунікаційні технології, композиційні індикатори, суб-індикатори.

Черняк А.И., Шумаева М.И. МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ИНДИКАТОРОВ / *Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина*

Становление информационного общества оказывает различное влияние на формирование взаимоотношений между различными группами лиц, учитывая новейшие технологии обмена информацией, применением Интернет-технологий и телекоммуникационной связи. Актуальность исследования обусловлена формированием нового вектора развития информационного общества, ростом уровня информатизации различных сфер человеческой деятельности. Анализ оценки состояния информатизации стран базируется на системе статистических показателей (композиционных индикаторов), характеризующих состояние и тенденции развития информационного общества. Композиционные индикаторы позволяют интегрировать большие объемы статистической информации в легко понятный формат для дальнейшей оценки. Для формирования композиционного индикатора определяют набор суб-индикаторов, которые характеризуют систему с максимально возможной полнотой. Быстрое развитие информационно-коммуникационных технологий является причиной для формирования новых методологий оценки развития информационного общества. В статье определены основные подходы и методы для построения композиционного индикатора оценки развития информационного общества. Приведены методы многомерного анализа, импутации отсутствующих данных, нормализации и агрегации индикаторов, применение матрицы NUSAP «Родовод» для определения каждой фазы формирования композиционного индикатора. Концепция качества композиционного индикатора зависит не только от качества основных составляющих (индивидуальных индикаторов и суб-индикаторов), но и от качества методологического процесса, который используется для создания композиционного индикатора. Для построения достоверного композиционного индикатора необходимо следовать четкому алгоритму и использовать надлежащие методы. В статье предложен алгоритм построения композиционного индикатора и методология рационального использования того или иного метода при разработке нового композиционного индикатора с учетом национальных особенностей страны.

Ключевые слова: информационное общество, информационно-коммуникационные технологии, композиционные индикаторы, суб-индикаторы.

Chernyak O.I., Shumayeva M.I. METHODOLOGY FOR CONSTRUCTING COMPOSITE INDICATORS / *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine*

Relevance of the research is caused by formation of a new information society vector and increasing the level of informatisation in different spheres of human activity. Analysis of the informatisation status of the country is based on the system of statistical indicators (composite indicators) that characterize development trends of information society. Composite indicators make it possible to integrate large amounts of statistical information in an easily understandable format for further evaluation. To form a composite indicator a set of sub-indicators is defined that characterize the system with the most possible fullness. The rapid development of information and communication technologies became the reason for formation of new methodologies for evaluation the development of the information society. The article outlines main approaches and methods for constructing composite indicators for assessing the development of the information society. The article describes the following methods: multivariate analysis, missing data imputation, normalization and aggregation of indicators, the use of matrix NUSAP "Pedigree" for the definition of each phase in forming a composite indicator. The concept of a quality composite indicator depends not only on the quality of basic components (individual indicators and sub-indicators) but also on the quality of the methodological process that is used to create the composite indicator. For constructions a composite indicator a strict algorithm and proper methods should be used. The article proposes the methodology for the rational use of a particular method in the constructing a new composite indicator taking into account national specifics of the country.

Key words: informational society, information and communication technologies, composite indicators, sub-indicators.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проникнення інформаційних технологій в суспільні інституції та збільшення кількості програмного забезпечення як основи інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) дає змогу говорити про зростання рівня інформатизації різних сфер людської діяльності. Це і стало однією з головних причин створення нових систем статистичних показників, що характеризують стан і тенденції розвитку інформаційного суспільства. Із революцією в інформаційно-комунікаційних технологіях велику увагу стали приділяти достовірним і точним статистичним даним для оцінки нових аспектів та напрямків розвитку інформаційного суспільства. Особлива увага приділяється нерівномірно розподіленню ІКТ між розвинутими країнами і країнами, що розвиваються, а також усередині суспільства. Для об'єктивної оцінки стану інформаційного розвитку країни застосовуються певні системи показників або індикаторів, що характеризують технологічний стан інформаційно-комунікаційної інфраструктури та ступінь її використання.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Основу теорії інформаційного суспільства виклали у своїх роботах багато зарубіжних та вітчизняних учених, більша частина з яких написана в руслі концепцій постіндустріалізму. Серед них слід зазначити роботи Д. Белла, Т. Стоуньєра, Е. Тоффлера, Й. Масуди, М. Кастельса, Ж. Єллюль, Р. Абдєєва, Л. Г. Мельника, О. Б. Баховця [1] та інших науковців. Із плином часу відчувалася потреба в оцінці ступеня розвитку країн з точки зору залучення нової економіки та інформаційних технологій у суспільстві. У 1997 році країни-члени Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) поклали початок розробці індикаторів для оцінки розвитку інформаційного суспільства. На Всесвітньому саміті з питань інформаційного суспільства (WSIS) [2], який відбувся в Женеві у 2003 році та потім у Тунісі у 2005 році, для реалізації забезпечення ІКТ-статистики і розробки ефективної методології вимірювання розвитку інформаційного суспільства було залучено ключові організації, зокрема: Міжнародний Союз Електрозв'язку (ITU), ОЕСР [3, 4], Joint Research Center [5], Євростат, Конференція ООН з торгівлі і розвитку (UNCTAD), Цільова Група з ІКТ при ООН (UN ICT Task Force) [6], чотири регіональні комісії ООН (UNECA, UNECLAC, UNESCAP, UNESCWA), Інститут статистики при ЮНЕСКО (UIS) і Світовий банк. Усі отримані дані цих дослідницьких організацій викладені для публічного доступу у вигляді відповідних підсумкових документів та звітів.

Однак, незважаючи на значну кількість ґрунтовних наукових досліджень, зрозуміло, що жоден із створених міжнародних індикаторів не може бути безпосередньо застосований для оцінки стану розвитку конкретної країни, що досліджується. Композиційний індикатор повинен враховувати індивідуальні особливості країни. Варто зазначити, що розробка методології розрахунку ІКТ-індикатора є неперервним процесом та основний набір індивідуальних індексів підлягає перегляду з плином часу та урахуванням змін в суспільстві.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

З урахуванням наукової та практичної актуальності обраної теми дослідження та спираючись на результати підсумкових документів та звітів міжнародних організацій, метою даного дослідження є розкриття поняття та алгоритму побудови композиційного індикатора, методів систематизації, нормалізації та агрегації суб-індикаторів, розробка практичних рекомендацій та безпосередньо методології раціонального використання того чи іншого методу при розробці нового композиційного індикатора з урахуванням національних особливостей країни.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Математична комбінація (агрегація) деякої множини індикаторів називається індексом або зведеним (композиційним) індикатором. Композиційні індикатори використовуються для міжнародного порівняння продуктивності країн в зазначених областях, таких як конкурентоспроможність, глобалізація, інновації. Замість того, щоб використовувати цілу вибірку індивідуальних індикаторів, агреговані композиційні індикатори дозволяють оптимізувати час аналізу.

Існують різні типи композиційних індикаторів (в літературі також використовують термін «індекси»). Найбільш популярні наведені в переліку [6]:

- Індекс цифрової можливості або перспективи (Digital Opportunity Index, DOI);
- Індекс мережевої готовності (Network Readiness Index, NRI);
- Індекс інформаційного суспільства (Informational Society Index, ISI);
- Індекс цифрового доступу (Digital Access index, DAI);
- Індекс цифрового поділу (Digital Divide Index, DDI);
- Індекс поширеності ІКТ (ICT Diffusion Index, ICTDI).

Композиційні показники дають змогу інтегрувати великі обсяги інформації в легко зрозумілий формат для подальшої оцінки. Загальна схема кроків, яких необхідно притримуватися при побудові композиційного індикатора, така:

1. Розробка теоретичного підґрунтя

Композиційний індикатор використовується для узагальнення ряду базових окремих індикаторів. Індивідуальний індикатор – це кількісна або якісна оцінка певного фактору, отриманого шляхом серії спостережень. Наприклад, частка Інтернет користувачів, рівень застосування ІКТ у конкретній сфері тощо. Для формування композиційного індикатора визначають набір суб-індикаторів, які характеризують систему з максимально можливою повнотою. Здебільшого є три рівня ієрархії для формування композиційного індикатора (рис. 1) [2]:

- Індивідуальний набір індикаторів, який являє собою вибірку окремих статистичних даних.
- Тематичний набір індикаторів (суб-індикатори) – це окремі індикатори, згруповані разом за однаковою ознакою для максимально повного опису сфери дослідження.
- Композиційний індикатор – це синтетичний індекс, який утворений згорткою множини відповідних суб-індикаторів.

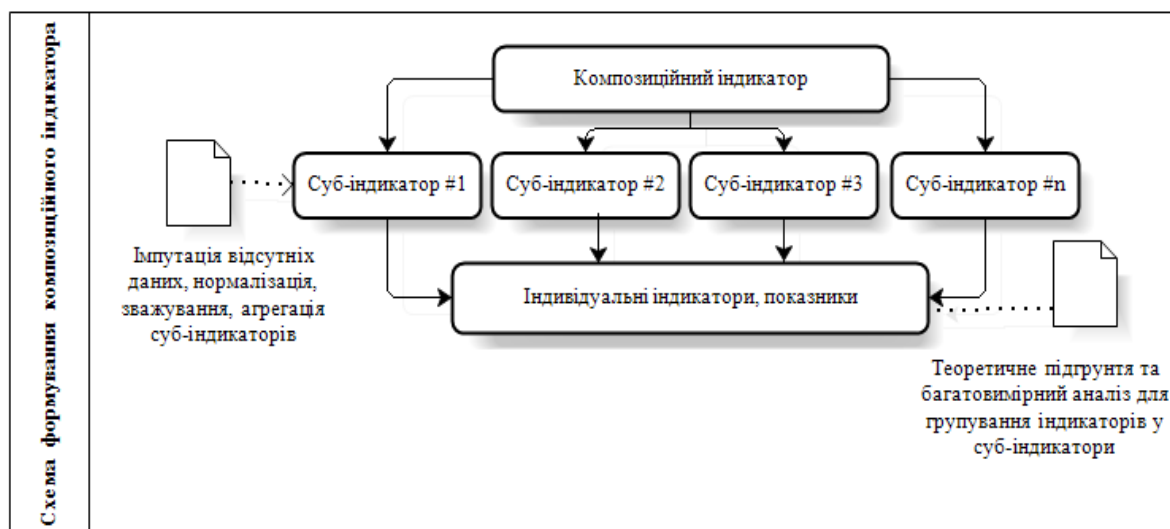


Рис. 1. Схема формування композиційного індикатора

Типовий композиційний індикатор має форму адитивної згортки:

$$I = \sum_{i=1}^n w_i X_i, \quad (1)$$

де I – композиційний індикатор;

X_i – нормалізований суб-індикатор;

w_i – вага X_i ;

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ та } 0 \leq w_i \leq 1.$$

На практиці надзвичайно важко інтегрувати окремі змінні так, щоб вони відображали економічну реальність. Теоретична основа необхідна для розуміння логіки формування сукупності окремих індивідуальних індикаторів з урахуванням ваг для утворення суб-індикаторів та композиційних індикаторів.

2. Багатовимірний аналіз групування інформації для утворення суб-індикаторів

Сильні і слабкі сторони композитного індикатора багато в чому є похідними від якості основних змінних. В ідеалі, змінні повинні бути обрані на основі їх актуальності, аналітичної обґрунтованості, своєчасності, доступності і т.д. Для формування індивідуальних показників у суб-індикатори використовують такі методи: метод головних компонент, факторний аналіз, коефіцієнт альфа Кронбаха.

Метод головних компонент вперше був описаний Карлом Пірсоном ще в 1901 році.

$$\begin{aligned} Z_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1q}x_q, \\ Z_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2q}x_q, \\ &\vdots \\ Z_q &= a_{q1}x_1 + a_{q2}x_2 + \dots + a_{qq}x_q. \end{aligned} \quad (2)$$

Для застосування даного метода для групування індикаторів береться q змінних (індикаторів) (x_1, x_2, \dots, x_q) та знаходиться їх лінійна комбінація для створення головних компонент (Z_1, Z_2, \dots, Z_q) , що не корелюються. Наступний крок полягає в ранжируванні головних компонент за ступенем високого обсягу сукупної дисперсії вихідних даних.

Факторний аналіз має схожі цілі з методом головних компонент. Основна ідея полягає у описі набору q змінних (x_1, x_2, \dots, x_q) з точки зору виявлення зв'язків між цими змінними та скорочення кількості змінних, необхідних для опису даних.

Коефіцієнт альфа Кронбаха α – ще один метод дослідження ступеня кореляції між набором змінних. Він оцінює, наскільки добре набір елементів, суб-індикаторів, вимірює один об'єкт, композиційний індикатор. Коефіцієнт альфа Кронбаха розраховується за такою формулою:

$$\alpha = \left(\frac{q}{q-1} \right) \frac{\sum_{i \neq j} \text{cov}(x_i, x_j)}{\text{var}(x_0)} = \left(\frac{q}{q-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_j \text{var}(x_j)}{\text{var}(x_0)} \right), \quad (3)$$

$i, j = 1, \dots, q$, $x_0 = \sum_{j=1}^q x_j$ – сума всіх індикаторів.

Граничне значення коефіцієнта альфа Кронбаха вважається 0,7/0,75. При ненадійному значенні коефіцієнта необхідно змінювати набір індикаторів [7].

3. Імпутація відсутніх даних

Відсутні дані зустрічаються майже в усіх дослідженнях композиційних індикаторів. При оцінюванні невідомих параметрів вибірок можна виділити три загальні підходи: видалення, одинична імпутація та множинна імпутація. Перший підхід пропонує опустити відсутні дані при обстеженні. Недоліки цього підходу в ігноруванні можливих систематичних відмінностей при повній та неповній вибірці даних. Інші два підходи пропонують замінити пропущені значення новими отриманими значеннями, використовуючи вибіркове середнє (формула 4), моду (формула 5) чи медіану (формула 6) сукупності усіх значень фактору. Також використовується регресійний аналіз для доповнення відсутніх даних [8].

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^s y_i m_i, \quad n = \sum_{i=1}^s m_i, \quad (4)$$

$$M_e = \begin{cases} x_{(m)}, & n = 2m - 1 \\ x_{(m)} + x_{(m+1)}, & n = 2m. \end{cases} \quad (5)$$

$$M_0 = y_k, \quad \text{якщо } m_k = \max_i m_i. \quad (6)$$

4. Визначення та оцінка релевантних змінних

Змінні бувають різних статистичних одиниць та можуть мати різні діапазони або ваги. Змінні повинні бути стандартизовані або нормалізовані перш ніж вони будуть агреговані до композиційного показника для уникнення проблем при змішуванні одиниць виміру. Змінні нормалізуються, щоб уникнути домінування екстремальних значень та проблемних, не досить якісних баз даних. Дослідження показали, що зазвичай, значення, які мають великий розрив від середнього або нормального діапазону, швидше за все є наслідком неякісної вибірки базових даних, яка може бути вирівняна через логарифмічні перетворення, і дані можуть бути скорочені, якщо є екстремальні викиди. Для кожного композиційного індикатора вибирають свою методику для нормалізації [5]. Введемо такі позначення:

\bar{c} – точка посилення – значення, яке необхідно досягнути протягом визначеного періоду часу;

x_{qc}^t – значення q -го суб-індикатора країни c у час t ;

P^i – i -й відсоток розподілу суб-індикатора;

σ_{qc}^t – середнє квадратичне відхилення;

w_{qc} – вага q -го нормалізованого суб-індикатора країни c .

Розглянемо методи нормалізації даних:

1) Ранжування. Це найпростіший метод нормалізації. Вплив зовнішнього фактору в цьому методі не враховується, отже, має значення лише порядковий номер суб-індикатора, що призводить до чималої втрати інформації.

$$I_{qc}^t = \text{Rank}(x_{qc}^t). \quad (7)$$

2) Стандартизація. Цей метод перетворює показники до єдиної шкали зі стандартним відхиленням 1. Отже, показники з екстремальним значенням мають більший вплив на композиційний індикатор. Цей ефект може бути в подальшому виправлений при агрегації показників шляхом включення до вибірки кращих та гірших значень індивідуальних індикаторів або шляхом присвоєння диференціальних ваг [9].

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc=c}^t}{\sigma_{qc=c}^t}. \quad (8)$$

3) Міні-макс. Метод нормалізує показники, щоб мати ідентичний діапазон [0, 1] шляхом віднімання від індикатора мінімального значення і ділення на різницю максимального і мінімального значення. Недолік цього методу полягає в тому, що екстремальні значення можуть спотворити перетворений показник. У той же час перевагою цього методу є те, що нормалізація Міні-макс може розширити спектр показників, що лежать в межах невеликого інтервалу, збільшуючи вплив на композиційний індикатор більше ніж при стандартизації.

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^{t_0})}{\max_c(x_q^{t_0}) - \min_c(x_q^{t_0})}. \quad (9)$$

4) Відстань до посилання. Метод нормалізує показник шляхом виміру положення показника по відношенню до точки посилання. Ця точка може позначати мету, яку необхідно досягнути протягом визначеного періоду часу. Точка посилання також може бути зовнішнім еталоном. Наприклад, статистичні дані Сполучених Штатів та Японії часто використовуються як точки посилання при нормалізації індикаторів. Крім того, точкою посилання може бути середня країна з групи, якій буде присвоєно значення 1, у той час як інші країни будуть отримувати бали залежно від їх відстані до середнього. Отже, стандартизовані індикатори, які мають значення більше за одиницю, вказують на країни з рівнем розвинутості вище середнього. Також точкою посилання може бути країна – лідер у групі. Цей підхід заснований на екстремальних значеннях, які можуть бути хибними [1].

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t}{x_{qc=c}^{t_0}} \text{ або } I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc=c}^{t_0}}{x_{qc=c}^{t_0}}. \quad (10)$$

5) Категоріальна шкала. На основі категоріальної шкали, числової або якісної, кожному індикатору присвоюється бал. Наприклад, дані з найкращими показниками, перші 5 відсотків, отримують 100 балів, дані з середніми показниками, від 95 до 85 відсотків, отримують 70 балів і т.д.

$$I_{qc}^t = \begin{cases} 0, x_{qc}^t < P^{15} \\ 20, P^{15} \leq x_{qc}^t < P^{25} \\ 40, P^{25} \leq x_{qc}^t < P^{65} \\ 60, P^{65} \leq x_{qc}^t < P^{85} \\ 80, P^{85} \leq x_{qc}^t < P^{95} \\ 100, P^{95} \leq x_{qc}^t. \end{cases} \quad (11)$$

б) Індикатори вище або нижче середнього. Метод полягає в наступному розподілі індикаторів: всім значенням, які знаходяться всередині вибірки, присвоюється 0, тоді як значенням вище або нижче певного порогу присвоюється відповідно 1 та -1. Цей метод нормалізації простий і не залежить від викидів. Однак значення критичного рівня для різних країн може бути різне, що призводить до упущення інформації.

$$I_{qc}^t = \begin{cases} 1, w_{qc} > (1+p) \\ 0, (1-p) \leq w_{qc} \leq (1+p), \text{ де } w_{qc} = \frac{x_{qc}^t}{x_{qc=c}^{t_0}} \\ -1, w_{qc} < (1-p), \end{cases} \quad (12)$$

5. Вагові змінні і групи змінних

Вибір вагових коефіцієнтів – найскладніший етап побудови композиційного індикатора. У багатьох випадках використовується просте середнє нормалізованих суб-індикаторів, але це може призвести до ненадійних та нестійких значень індикатора. При виборі методу агрегації необхідно враховувати кількість суб-індикаторів,

відмінність множини їх значень і кореляцію між ними [1]. Для визначення вагових коефіцієнтів використовують такі методи або комбінацію методів:

- аналіз основних компонент та факторний аналіз;
- аналіз охоплення даних;
- аналіз ієрархічних процесів;
- множинна лінійна регресія;
- висновки експертів;
- відстань до цілі;
- нейтралізація кореляційних ефектів.

6. Тест на чутливість та надійність агрегованих змінних

Значення композиційного індикатора значною мірою залежать від вибору методу зважування, стандартизації та агрегування змінних. Тест на чутливість дає змогу проаналізувати доречність включення чи виключення різних змінних з композиційного індикатора, зміну ваги або методу стандартизації та вибору альтернативних базових років. Використовуються два комбіновані інструменти: аналіз невизначеності (UA) та аналіз чутливості (SA). Перший метод показує, як невизначеність у вхідних факторах впливає на суб-індикатори. Другий метод показує, скільки кожен індивідуальний показник вносить невизначеності до індикатора [3].

Концепція якості композиційного індикатора залежить не тільки від якості основних складових (індивідуальних індикаторів та суб-індикаторів), але і від якості методологічного процесу, який використовується для створення композиційного індикатора. Тести на оцінку якості кількісної інформації не дуже розвинуті. Вирішенням цієї проблеми є використання статистичних гіпотез та формальних теорій прийняття рішень. Але жодний з цих методів не допомагає знайти відповідь на питання: чи якісні ці дані? Чи можна їх застосовувати? Для відповіді на такі питання доцільно використовувати систему позначень NUSAP, яка була розроблена для того, щоб охарактеризувати якість кількісної інформації, а саме соціальний аспект.

Таблиця 1 – матриця «Родовід для статистичної інформації»

Визначення проблеми і мети	Збір даних та аналіз	Інституційна культура	Огляд
Переговори	Цільова група	Діалог	Зовнішній
Наукове обґрунтування	Цільове опитування	Вигода	Незалежний
Зручність	Не цільове опитування	Покора	Регулярний
Символізм	Припущення	Ухилення	Випадковий
Інерція	Вказівка	Не має контакту	Жоден
Не визначено	Не визначено	Не визначено	Не визначено

Схема, на якій базується NUSAP, дозволяє підтримати комунікацію між творцем та користувачем композиційного індикатора. Категорія NUSAP «Родовід» являє собою оціночну матрицю, де кожен стовпець матриці визначає окрему фазу будівництва композиційного індикатора. Наприклад, на першому етапі «Визначення проблеми і мети» оцінки присвоюється кожній фазі відповідно до стану фази: «переговори», «наукове обґрунтування», «зручність», «символізм», тощо. У таблиці 1 наведено матрицю «Родовід для статистичної інформації». Родовід матриця зі своїм великим різноманіттям категорій дозволяє значно урізноманітнити оціночний опис композиційного показника.

Отже, «переговори» стоять перед «науковим обґрунтуванням», оскільки після першого етапу вже буде надана інформація про особливості групи індикаторів та оцінка експерта з цієї проблеми. Так само «цільова група» отримує більш високий рейтинг, ніж «цільове опитування», оскільки спочатку необхідно підготувати кваліфіковану

групу людей і потім проводити опитування. Виключення цього пункту з процесу формування композиційного індикатора може призвести до отримання інформації, яка не була адаптована до проблеми [7].

Аналіз методів побудови композиційних індикаторів довів, що вони мають істотні відмінності, при цьому від вибору конкретного методу залежить повнота та значущість отриманого композиційного індикатора. Для побудови достовірного композиційного індикатора необхідно слідувати чіткому алгоритму та використовувати належні методи. У таблиці 2 наведено алгоритм побудови композиційного індикатора та рекомендації щодо застосування належного методу при розробці композиційного індикатора.

Таблиця 2 – Рекомендація щодо використання методів побудови композиційного індикатора

Крок	Назва кроку	Методи реалізації	Рекомендації
1	Теоретичне підґрунтя	NUSAP [10]	Використання матриці «Родовід» доречно при побудові будь-якого композиційного індикатора, оскільки матриця систематизує фази будівництва композиційного індикатора.
2.1	Багатовимірний аналіз: групування індикаторів для утворення суб-індикаторів	Метод головних компонент	Цей метод доцільно використовувати при дослідженні структурної залежності групи змінних. Також використовується при визначенні вагових змінних. Його не варто застосовувати, коли кореляція між змінними не має причинного зв'язку, а також при існуванні циклічності в даних.
		Факторний аналіз	Метод може бути використаний для визначення і зменшення розмірності даних.
		Коефіцієнт альфа Кронбаха	Метод використовується для перевірки одиничної розмірності суб-індикаторів. Малі значення коефіцієнту будуть свідчити про багато розмірну структуру даних. Цей метод краще застосовувати в першу чергу та далі з огляду на отриманий результат, застосовувати метод головних компонент або факторний аналіз для визначення того, які суб-індикатори мають найбільше навантаження у відповідних вимірах і таким чином поділити їх на групи.
2.2	Багатовимірний аналіз: групування країн для аналізу	Кластерний аналіз	Кластеризація країн відбувається на основі певної приналежності, наприклад, однієї етнічної групи чи спільних кордонів, мови тощо. Кластеризація країн залежить тільки від цілей, які стоять в основі побудови композиційного індикатора. Також можливо використовувати карти Кохонена для кластеризації країн.
3.	Імпутація відсутніх даних	Видалення; одинична імпутація; множинна імпутація.	Один з найефективніших методів – це застосування схеми згортки при проведенні попередньої підготовки даних, а саме заміна пропущених або недостовірних даних та дослідження впливу на результат даного заміщення, застосування трансформації (наприклад логарифмування) для виключення асиметричного розподілу, та у разі потреби вилучення недостовірних даних для уникнення впливу екстремумів.
4.	Нормалізація	Ранжування; стандартизація; міні-макс; відстань до посилання; категоріальна шкала; значення вище або нижче середнього.	Кожен метод має свої переваги та недоліки. Найчастіше використовуються методи стандартизації, оскільки всі змінні перетворюються до загальної шкали, яка передбачає нормальний розподіл. В інших підходах, наприклад, відстань до посилання, методика заснована на екстремальних значеннях, які можуть бути насправді викидами. Метод категоріальної шкали має великий ступінь суб'єктивності, оскільки за великим рахунком, пороги визначаються довільно.

5.	Зважування	Аналіз основних компонент та факторний аналіз; Аналіз охоплення даних; Аналіз ієрархічних процесів; Множинна лінійна регресія; Висновки експертів; Відстань до цілі; Нейтралізація кореляційних ефектів.	При визначенні вагових коефіцієнтів методом головних компонент обчислюється лінійна комбінація суб-індикаторів, яка б відповідала за максимально можливу частку дисперсії. Нейтралізація кореляційних ефектів корисна у разі, коли декілька суб-індикаторів сильно корельовані між собою. Цей метод є емпіричним, тому має обмежене застосування. При використанні методу відстані до цілі визначаються цільові значення, які мають бути досягнуті за кожною характеристикою системи. Перевагою метода є його простота. Метод висновків експертів полягає в тому, що експерти мають розподілити всі ресурси між всіма суб-індикаторами. Недолік методу – це суб'єктивна думка експертів.
6.	Тест на чутливість на надійність	Аналіз невизначеності; Аналіз чутливості.	Перший метод показує як невизначеність у вхідних факторах впливає на структуру композиційного показника. Другий метод показує скільки кожен індивідуальний показник вносить невизначеності до комбінованого індикатора. Доречно застосовувати обидва методи.

ВИСНОВКИ

Із швидким розвитком ІКТ у суспільстві виникають нові потреби та нова статистична інформація. Це є причиною неперервної зміни композиційних індикаторів, що потребує формування нових методологій оцінки розвитку інформаційного суспільства. На основі огляду фахової літератури, підсумкових документів та міжнародних звітів у роботі узагальнені алгоритми та методи побудови композиційного індикатора розвитку інформаційного суспільства. Розроблено рекомендації щодо вибору конкретного методу при побудові нового композиційного індикатора, який може бути складовою частиною національної системи індикаторів або окремим індикатором для порівняння розвитку інформаційного суспільства в групі країн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баховець О. Б. Передумови становлення інформаційного суспільства в Україні / О. Б. Баховець, Т. О. Грінченко, К. Д. Гуляев. — К. : Азимут-Україна, 2008. — 288 с.
2. Підсумкові документи всесвітнього саміту з питань інформаційного суспільства. — К. : Зв'язок, 2006. — 131 с.
3. Freudenberg M. Composite indicators of country performance: a critical assessment / M. Freudenberg. — Paris, 2003. — 34 p.
4. eEurope 2005, An Information Society for all, Action plan [Electronic resource]. — Mode of access : <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0263:FIN:EN: PDF>.
5. JRS. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. — Joint Research Centre, Belgium, 2005. — 161 с.
6. Statistics and indicators of measuring information society [Electronic resource]. — Mode of access : <http://www.unctad.info/en/Science-and-Technology-for-Development---StDev/Thematic-Issues/Information-and-Communication-Technologies/Statistics-and-indicators/>.
7. Funtowicz S. O. Uncertainty and quality in science for policy / S. O. Funtowicz, J. R. Ravetz. — Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1990. — 217 p.
8. Черняк О. І. Збірник задач з теорії ймовірності та математичної статистики : навч. посіб. / О. І. Черняк, О. М. Обушна, А. В. Ставицький. — К. : Знання, 2000. — 119 с.
9. Nardo M. Tools for composite indicators building / M. Nardo. — Ispra, 2005. — 134 p.
10. Ravetz J. R. NUSAP – The Management of Uncertainty and Quality in Quantitative Information [Electronic resource] / J. R. Ravetz, S. O. Funtowicz. — Mode of access : <http://www.nusap.net/sections.php?op=viewarticle&artid=14>.

REFERENCES

1. Bahovets, O. B., Grinchenko, T. O. and Gulyaev, K. D. (2008), *Peredumovy stanovlennya informatsiinogo suspilstva v Ukraini* [Prerequisites for the information society in Ukraine], Azimut-Ukraina, Kyiv, Ukraine.
2. (2006), *Pidsumkovi dokumenty vsevitnogo samitu z pytan informatsiinogo suspilstva* [Outcome of the World Summit on the Information Society], Zvyazok, Kyiv, Ukraine.
3. Freudenberg, M. (2003), *Composite indicators of country performance: a critical assessment*, Paris, France.
4. eEuropre (2005), *An Information Society for all, Action plan*, available at: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0263:FIN:EN: PDF>.
5. (2005), *JRS. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*, Joint Research Centre, Belgium.
6. *Statistics and indicators of measuring information society*, available at: www.unctad.info/en/Science-and-Technology-for-Development---StDev/Thematic-Issues/Information-and-Communication-Technologies/Statistics-and-indicators/.
7. Funtowicz, S. O. and Ravetz, J. R. (1990), *Uncertainty and quality in science for policy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
8. Chernyak, O. I., Obushna, O. M. and Stavitsky, A. V. (2000), *Zbirnyk zadach z teorii ymovirnosti ta matematychnoi statystyky: tutorial* [Tasks of the theory of probability and mathematical statistics], Znannya, Kyiv, Ukraine.
9. Nardo, M. (2005), *Tools for composite indicators building*, Ispra, Italy.
10. Ravetz, J. R. and Funtowicz, S. O. "NUSAP – The Management of Uncertainty and Quality in Quantitative Information", available at: www.nusap.net/sections.php?op=viewarticle&artid=14.

УДК 330.4:657.922:303.4 (477)

IDENTIFICATION COHERENT REAL ESTATE MARKET PHASE BASED ON FUZZY MODEL

Shapovalova V.O., post-graduate student, Maksishko N.K., doctor of economics, professor

*Zaporizhzhya National University
Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66*

victoria2909@mail.ru, maxishko@ukr.net

On the basis of consideration for the real estate market in Ukraine coherent market hypothesis, which assumes the market stay in one of four defined phases (random walk , unstable transition, chaotic market, coherence), a method for identifying the corresponding phase based on fuzzy model is given. To this end, the peculiarities of qualitative and quantitative phases of the real estate market are determined. The proposed method is based on the use of fuzzy model. The process of building a fuzzy model consists of four stages. The algorithm of variables of fuzzy model is given. The use with specification of economic substance is grounded. It's described the procedures and phasing of construction of fuzzy inference rules. The criterion of evaluating the accuracy of the model (such as MAPE) is used. To implement the model identification of the real estate market uses application programming package Matlab. Verification fuzzy model held a number of speakers for the data yield average property prices in Kyiv for the period from 1 January 1991 to 31 December 2012, an analysis which takes into account changes occurring in the market. Based on the comparison results of fuzzy model with the results of expert evaluation found error model, which is 5.2% and confirms its reasonable adequacy. The application of the constructed model to determine the state of the real estate market on the basis of coherent market hypothesis based on fuzzy simulation allow for a qualitative analysis of the current situation in the real estate market, to estimate the probability of transition property market in the next phase, to provide guidance on price forecasting in the presence in one or another phase. After the identification phase of the real estate market raises the question of the application of relevant tools for forecasting.

Key words: real estate market, the dynamics of prices, the hypothesis of coherent market, fuzzy modeling.