

УДК : 339.137.2 : 336.71

Олещук М. Г.

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ДЕПОЗИТНИХ БАНКІВСЬКИХ ПОСЛУГ ДЛЯ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

У статті запропоновано використання математичного апарату теорії графів для визначення конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб. Проаналізовано позитивні та негативні аспекти застосування математичного апарату теорії графів в банківській сфері. Визначено алгоритм здійснення оцінки якісних критеріїв конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб. Доведено доцільність використання даного науково-методичного підходу в банківській сфері, який дає змогу обрати оптимальне рішення щодо управління системою якості з чіткими визначеними зв'язками, базуючись на перерозподілі ресурсів між критеріями.

The paper proposes the use of mathematical apparatus of graph theory to determine the competitiveness of deposit banking services for individuals. The authors have made an analysis of positive and negative aspects of using the mathematical apparatus of graph theory in the banking sector. We determined the algorithm of evaluation of qualitative criteria of individual deposit banking services competitiveness. The expediency of the use of scientific and methodical approach to banking that allows you to choose the best solution for managing the quality system with clearly defined relationships based on the redistribution of resources among the criteria is also proven.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Вітчизняний ринок депозитних банківських послуг для фізичних осіб є конкурентним, причому поряд з розміром процентів за вкладом при прийнятті рішення щодо інвестування власних коштів споживач звертає увагу на якісні параметри банківської послуги, а саме: матеріальну базу банку, кваліфікацію персоналу в конкретному структурному елементі банку, графік роботи та швидкість обслуговування банку тощо. Слід звернути увагу, що дані параметри тісно взаємопов'язані та впливають один на одного, що дає змогу стверджувати про необхідність формування системи оцінювання якості депозитних банківських послуг для фізичних осіб. Визначення рівня конкурентоспроможності послуг з урахуванням внутрішніх системних взаємозв'язків дасть змогу зробити об'єктивні висновки щодо наявної ситуації та визначити перспективні напрямки нею.

**Аналіз досліджень і публікацій останніх років.** Дослідженням теорії та методології оцінювання конкурентоспроможності банківських послуг присвячені праці як іноземних, так і вітчизняних науковців, а саме: А. Сміта, М. Портера, Д. Рікардо, Ф. Котлера, К. Сімпсона, Ж. Ламбена, Р. Фатхудинова, С. М. Козьменка, О. В. Дзюблюка, А. С. Гальчинського, О. І. Лаврушина, Ю. М. Лисенкова та ін.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Поряд з цим, незважаючи на значну кількість наукових розробок у зазначеній сфері, досліджувана проблема все не вирішена остаточно. Значний потенціал для запровадження має використання математичного апарату теорії графів для оцінки рівня якісних параметрів конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб. Актуальність і теоретико-практична значимість визначеного кола питань зумовили вибір теми статті, її мети і завдань.

**Постановка завдання.** Метою даної статті є формулювання теоретичних засад застосування математичного апарату теорії графів для визначення конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На нашу думку, для формалізації якісних критеріїв як невід'ємної складової системи оцінки конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб, за наявності чітких внутрішніх зв'язків між критеріями доцільно використовувати математичний апарат теорії графів з метою визначення та побудови матриць парних порівнянь кінцевої кількості альтернатив для кожного числа факторів.

З метою вирішення даної проблеми використаємо аналіз альтернативних варіантів розвитку модельної системи на основі запропонованого у роботі Ледащевої Т.Н. [1] математичного підходу, який, на нашу думку, можна застосувати для оцінки якості конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб. На нашу думку, вибір саме такого математичного рішення поставленої проблеми можна пояснити наступним чином:

1. Прийняття рішення у споживача щодо кінцевого вибору  $n$ -ї банківської послуги, яка пропонується  $m$ -ним банком, ми вважаємо слабо структурованим, оскільки чіткі та явні взаємозв'язки між елементами системи є ірраціональними (суто індивідуальними) та залежать лише від кінцевого рішення споживача. В даному випадку доцільним є визначення якості банківської послуги для фізичних осіб як системи факторів, які за сукупністю взаємопов'язаних елементів створюють саме когнітивну систему, що виступає, з одного боку, – засобом структуризації і формалізації ситуації, а з іншого – засобом її аналізу.

2. Для кінцевого споживача – фізичної особи оцінку конкурентоспроможності банківської послуги за якісними критеріями можна здійснити за допомогою застосування математичних графів, яка базується на критеріях вибору. Слід зазначити, що при ранжуванні альтернативних виборів споживача за допомогою методу попарних порівнянь з ваговими коефіцієнтами будемо надавати перевагу такій альтернативній банківській послугі, узагальнююча кінцева оцінка якої вважається більшою з поміж інших варіантів-альтернатив.

Даний підхід використовується для аналізу когнітивних систем, що дає змогу вирішити специфічну проблему оцінки якості банківської послуги, адже кінцеве рішення щодо купівлі тієї чи іншої банківської послуги приймається споживачем. В розрізі даного питання як аргумент можна використати гіпотезу Л. Фестингера, відповідно до якого «у разі виникнення дисонансу індивід буде всіма силами прагнути знизити ступінь невідповідності між двома своїми установками, намагаючись досягти консонансу (відповідності)» [2], що підтверджує теорію когнітивного дисонансу. Дійсно, споживач намагається обрати саме ту банківську послугу, яка буде мінімізувати дисонанс між очікуваними параметрами якості банківської послуги та існуючими альтернативами на ринку.

Даний підхід дає змогу отримати достатньо простий, об'єктивний та формалізований спосіб вибору із кінцевої множини альтернатив. Отже, використаємо метод попарних порівнянь за умови нерівнозначності факторів впливу при будь-якому змістовному навантаженні факторів та будь-яких вагових коефіцієнтах.

Зупинимось більш детально на основних етапах здійснення аналізу конкурентоспроможності банківських послуг за допомогою методу попарних порівнянь (рис. 1).

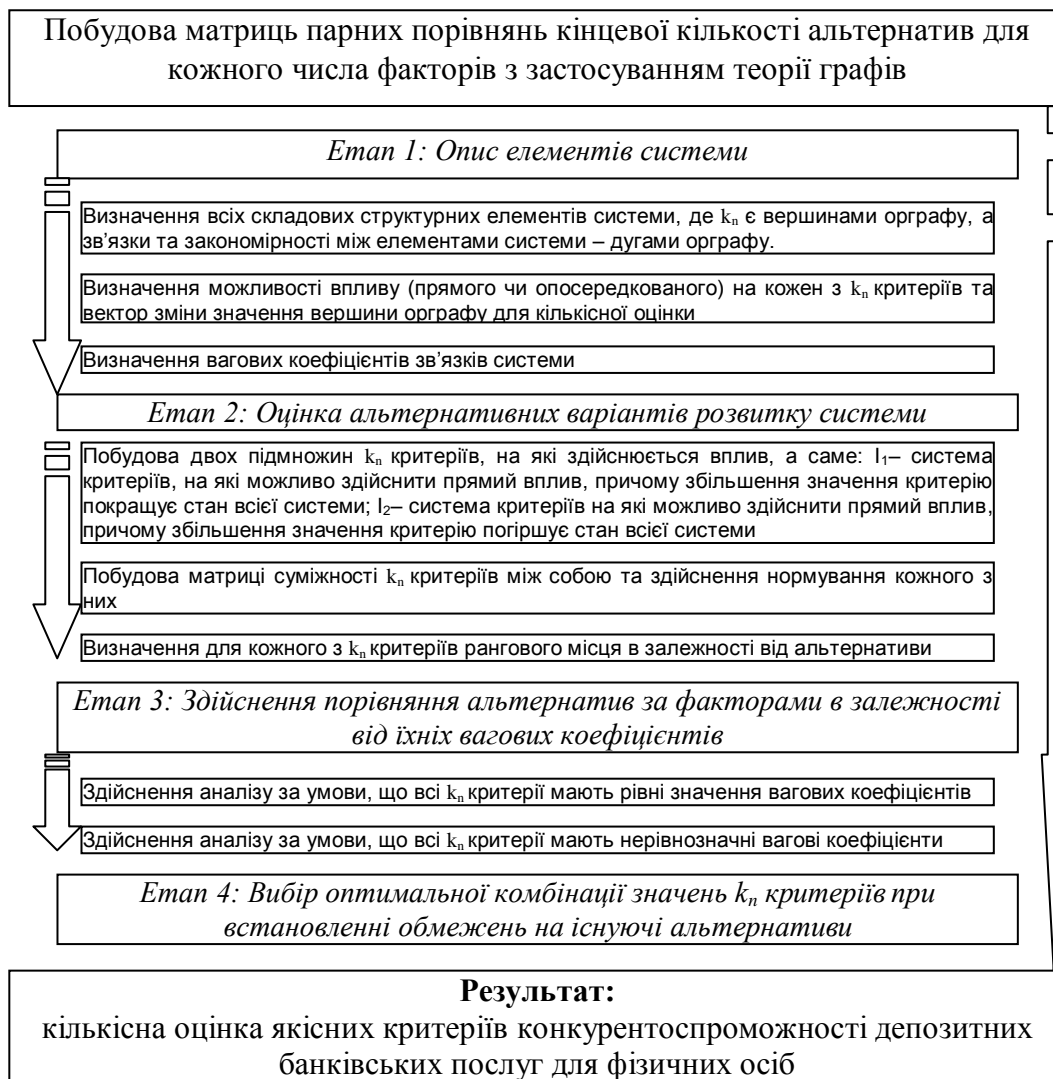


Рисунок 1 – Алгоритм здійснення оцінки якісних критеріїв конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб

Нехай  $A = \{A_i, i = 1, \dots, m\}$  – кінцева множина альтернатив прийняття рішень споживача банківських послуг, яка оцінюється за допомогою  $n$  факторів ( $P^k, k = 1, \dots, n$ ). Поряд з цим, припустимо, що фактори з номерами  $k = 1, \dots, n_1$  необхідно максимізувати, а  $k = n_1 + 1, \dots, n$  – мінімізувати (тобто їх значіння збільшуються або зменшуються відповідно при покращенні показників). Кожен елемент матриці  $S^k$  для фактору  $P^k$  будемо визначати за системою критеріїв (1):

$$S_{ij}^k = \begin{cases} 0, & \text{якщо } a_{ki} < a_{kj} \\ 0,5, & \text{якщо } a_{ki} = a_{kj}, i, j = 1, \dots, m \\ 1, & \text{якщо } a_{ki} > a_{kj} \end{cases} \quad (1)$$

При використанні підходу попарних порівнянь вибір цієї чи іншої системи варіацій прийняття рішень не впливає на кінцевий результат інтенсивності вибору релевантних переваг для споживача.

У зв'язку з тим, що існують обмеження щодо кількості альтернатив (як у будь-якої системи), множина  $A$  знаходиться всередині деякої  $n$ -мірної фігури, сторони якого описуються векторами (2):

$$A = \begin{cases} P^k = P_n^k, & k = 1, \dots, n \\ P^k = P_b^k, & k = 1, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

де,  $P_n^k$  та  $P_b^k$  – мінімально та максимально можливе значення альтернативи на факторі  $P^k$ .

Тобто, для оцінки альтернативи прийняття рішення  $a$  щодо вибору банківської послуги (за якісними параметрами) на неперервній множині альтернатив використовуємо наступну залежність:

$$W(a) = \sum_{k=1}^n v^k \tilde{a}_k \quad (3)$$

де,  $v^k$  – вага фактора  $P^k$ ,  $\tilde{a}_k$  – значення фактору  $P^k$  на альтернативі  $a$  нормованого наступним чином:

$$\tilde{a}_k = \begin{cases} \frac{a_k - P_n^k}{P_b^k - P_n^k}, & k = 1, \dots, n_1 \\ \frac{P_n^k - a_k}{P_b^k - P_n^k}, & k = n_1 + 1, \dots, n_1 \end{cases} \quad (4)$$

Слід зазначити що за економічною сутністю рівняння (3) розкриває функцію корисності, яка базується на методі попарних порівнянь з врахуванням нерівнозначності вагових коефіцієнтів. За допомогою побудови даної функції корисності ми можемо проаналізувати якісні параметри банківської послуги, які обирає споживач з метою максимізації задоволення потреб споживача, тобто чим більше значення  $W(a)$  із двох попарних порівнянь, тим більшою є вірогідність того, що буде здійснений вибір з двох альтернатив в сторону купівлі саме цієї банківської послуги.

Зауважимо, що при використанні даного підходу, процес прийняття рішення неможливо здійснити без ідентифікації критеріїв, які впливають на якість банківської послуги та визначення їх вагових коефіцієнтів. В якості базового методу для вирішення даної проблеми застосуємо теорію орієнтованих графів, яка дозволяє пов'язати кількісні та якісні характеристики об'єкта, який досліджується. Поряд з цим, економічна модель, яка побудована за допомогою орграфів, дозволяє спрогнозувати реакцію системи на ендогенний та екзогенний вплив, обирати найбільш ефективне рішення щодо управління системою.

Побудова орграфа для визначення ступеня внутрішньої взаємообумовленості критеріїв формулюється наступним чином:

- вершинами орграфу виступають фактори, які характеризують якість банківської послуги;
- кожній вершині присвоюється числова характеристика, значення якої вимірюють тим чи іншим способом (вказуються одиниці виміру);
- дуги орграфу характеризують прямі зв'язки між визначеними факторами;
- орграф вважається сильно пов'язаним, тобто кожна вершина впливає на всі інші прямо або опосередковано (через інші вершини).

Специфікою даних елементів підсистеми є те, що, по-перше необхідно провести виявлення параметрів, які впливають на прийняття кінцевого рішення у споживача – фізичної особи, а в подальшому перевести якісні показники в цифрові значення за допомогою присвоєння даним факторам певних цифрових характерних значень. Нажаль, даний етап оцінки неможливо вважати об'єктивним, оскільки набір рангових значень

параметрів системи можна визначити за рахунок опитування споживачів, тобто експертним методом. Поряд з цим, слід зазначити, що даний підхід допоможе визначити прогностичні тенденції щодо формування потреб споживачів, що в свою чергу допоможе в майбутньому управляти рівнем конкурентоспроможності банківської послуги.

При побудові орграфу (в даній роботі знакового) залучення експертів (споживачів банківських послуг) при моделюванні системи використовуємо на двох етапах:

- 1) при виділенні факторів, які характеризують поведінку системи (з точки зору цілей дослідження) – для побудови вершин орграфу;
- 2) при встановленні зв'язків між факторами – для визначення вагових коефіцієнтів дуг.

При виділенні критеріїв якості банківської послуги необхідно обґрунтувати можливість вибору того чи іншого фактору та зазначити їх внутрішню ґрунтовну та змістову наповненість – можливість прямого впливу на вершину, як можливість управління критерієм конкурентоспроможності банківської послуги та бажаний напрямок зміни вершини з метою оцінки альтернатив). На наступному етапі здійснюється визначення числового значення можливості внутрішнього впливу одного критерію на інший, причому зв'язки повинні формуватися таким чином, що в обов'язковому порядку повинно прослідковуватися як прямі, так і опосередковані зв'язки між усіма критеріями.

Другий та третій етап (рис. 1) описує математичні розрахунки на основі побудови матриці суміжності вершин орграфу та нормалізації отриманих значень кожного з критеріїв визначення ранжування альтернатив (різних комбінацій значень) в залежності від отриманих оціночних значень.

Виходячи з цього, метод попарних порівнянь дає змогу отримати об'єктивні результати вибору оптимальної альтернативи з визначеним набором критеріїв, які в значній мірі мають вплив на рівень якісної складової конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб. Для банку даний науково-методичний підхід дає змогу обрати оптимальне рішення щодо управління системою якості з чіткими визначеними зв'язками, базуючись на перерозподілі ресурсів між критеріями – вершинами орграфу, тобто моделюючи систему.

**Висновки та перспективи подальших розробок.** Підводячи підсумки, зазначимо, що система оцінки конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб включає в себе поєднання оцінки не лише цінних параметрів, які в структурі прийняття рішення споживача займають 80 %, але й якісних. Застосування математичного апарату теорії графів для визначення конкурентоспроможності депозитних банківських послуг для фізичних осіб дає змогу отримати об'єктивні результати та визначити рівень залежності конкурентоспроможності окремої банківської послуги від якісних параметрів. Подальшого дослідження потребує апробація отриманих теоретичних висновків та можливості застосування даного методу оцінки враховуючи специфічні особливості вітчизняного ринку депозитних банківських послуг.

#### Список використаної літератури.

1. Ледащева Т. Н. Многокритериальный выбор оптимальных стратегий управления в когнитивных системах : дис. ... канд. физико-математических наук : 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)» / Ледащева Татьяна Николаевна. – Москва, 2003. – 103 с.
2. Фестингер Л. Теория когнитивного диссонанса / Л. Фестингер. – СПб. : Ювента, 1999. С.15–52