УДК 004:005.21

М.Ю. Степанюк

БАГАТОРІВНЕВА АДИТИВНО-МУЛЬТИПЛІКАТИВНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ СТРАТЕГІЧНОМУ УПРАВЛІННІ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ЗБАЛАНСОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ

Розглянуто проблему оцінки узагальнених показників при стратегічному управлінні на основі системи збалансованих показників. Запропоновано багаторівневу адитивно-мультиплікативну модель оцінки узагальнених показників системи збалансованих показників. Запропонована модель є простою у застосуванні та дозволить підвищити адекватність оцінок, що використовуються при стратегічному управлінні.

Вступ

Система збалансованих показників (СЗП, англ. Balanced Scorecard, BSC), запропонована Нортоном і Капланом [1], широко визнана у світі як ефективний підхід у стратегічному управлінні. Висока наукова та практична цінність СЗП визначається тим, що їй притаманні з одного боку, достатньо висока адекватність для цілей стратегічного управління, з іншого боку – прозорість та простота у розумінні, побудові та використанні.

Особливу важливість питання стратегічного управління, зокрема побудови СЗП, набувають при вирішенні завдань обороноспроможності держави [2]. Водночас при побудові СЗП виникає низка складних питань, що пов’язані з її побудовою для структурних підрозділів.

Однією з актуальних проблем СЗП є питання каскадування – побудови карти цілей, заходів та показників для структурних підрозділів [3]. Лише половина організацій, що мають карти СЗП для організації, розробляють картки СЗП для структурних підрозділів. Відсутній загальноприйнятий підхід до каскадування СЗП як в практичній, так і в науково-теоретичній площині.

Існуючі напрями досліджень каскадування СЗП зосереджені на емпіричних процедурах [3], що дозволяють побудувати структуру карток СЗП (перспективи, цілі, показники) нижчого рівня, яка задовольняє і головний підрозділ і підпорядкований. Водночас, для підпорядкованих підрозділів при каскадуванні окрім структури карток СЗП необхідна побудова системи показників та визначення їх цільових значень, а також створення моделі оцінки узагальнених показників для організації в цілому.

Існуючі дослідження пропонують для оцінки узагальнених показників використовувати адитивну модель. Але у СЗП передбачено існування причинно-наслідкових зв’язків між цілями. При каскадуванні цілей необхідно враховувати не лише причинно-наслідкові зв’язки між цілями, а й зв’язки у діяльності підрозділів. Існування таких зв’язків знаходить відображення у наявності зв’язків та залежностей між показниками, в тому числі між узагальненими показниками на різних рівнях ієрархії, а отже показники не є незалежними.

Як відомо [4] адитивну модель оцінки узагальнених показників коректно використовувати для незалежних показників. Для залежних показників більш адекватною є мультиплікативна модель оцінки узагальнених показників.

Оскільки мультиплікативна модель є значно складнішою як у теоретичному, так і практичному плані, її використання призведе до нівелювання однієї з основних переваг СЗП – прозорості та простоти у розумінні, побудові та використанні.

Ціль даної роботи – представлення запропонованої автором багаторівневої адитивно-мультиплікативної моделі оцінки узагальнених показників при стратегічному управлінні на основі СЗП, що дозволить підвищити адекватність узагальнених оцінок та збереже притаманну їй прозорість та простоту.

1. Модель для дворівневої оцінки

Для багаторівневої системи оцінки деякого узагальненого показника розглянемо спрощену дворівневу систему оцінки.

На вищому рівні маємо один розрахунковий показник Q. На нижньому – N базових показників зі значеннями q_i, $i = \overline{1..N}$. При використанні класичної адитивної моделі кожен базовий показник має:

– питому вагу p_i при входженні у розрахунковий показник;

– фактичне значення q_i.

Для врахування залежності між базовими показниками та узагальненим показником введемо для кожного базового показника додаткові характеристики:

– ознаку обов'язковості r_i (значення 1 – обов'язковий, 0 – не обов'язковий);

– функцію обов'язковості g_i;

– мінімальне нормативне значення min_i.

Використаємо наступну **адитивно-мультиплікативну** модель розрахунку показника Q для спрощеної дворівневої задачі:

$$Q = \left(\sum_i (p_i \times q_i)\right) \times \left(\prod_i g_i\right), \qquad (1)$$

де $g(q, r, min)$ – двійкова функція, що визначається наступним чином:

$g_i = 1$, якщо ($r_i = 0$) незалежно від q_i,

$g_i = 0$, якщо (($r_i = 1$) та ($q_i < min_i$)).

Тобто $Q = 0$, якщо значення хоча б одного обов'язкового показника менше за норматив.

Зауваження 1. Функція обов'язковості g_i може мати і більш складний вигляд.

Наприклад, може бути враховано не тільки мінімальне але й максимальне нормативне значення показника, перебування значення показника в певному довірчому інтервалі.

Приклад 1. Прикладом моделі дворівневої оцінки може бути оцінка з точки зору клієнта привабливості конкретного банківського відділення для зберігання коштовностей. При оцінці можуть враховуватись показники доступності, безпечності, комфортності, наявності актуальної інформації про послуги відділення (рис. 1).

Доступність можна виміряти через кількість днів на тиждень, у які працює відділення: частина робочих днів, всі робочі дні, робочі дні та суботу, весь тиждень.

Безпечність визначається за наявністю очевидних засобів безпеки: немає сигналізації, наявна сигналізація, є сигналізація та охоронець вдень, є сигналізація та охоронець цілодобово.

Комфортність визначається зручністю очікування: немає місць для очікування, є м'який куточок, є м'який куточок та кондиціонер.

Наявність актуальної інформації про послуги відділення: інформацію повідомляють на запитання, є дошка оголошень, є буклет, є інформаційний сайт. Припустимо також, що кожен показник вимірюється за десятибальною шкалою оцінки.

Очевидно, що при використанні адитивної моделі оцінки, значенні показника "безпечність" на рівні 5, а решти показників на рівні 10, загальна оцінка привабливості буде рівна 7.

При використанні адитивно-мультиплікативної моделі та тих самих значеннях показників загальна оцінка привабливості буде рівна 0.

Таким чином, при використанні адитивно-мультиплікативної моделі, адекватність узагальненої оцінки є вищою за рахунок врахування критичності (обов'язковості) певних показників. При цьому збережено прозорість та простоту моделі оцінки притаманну СЗП.

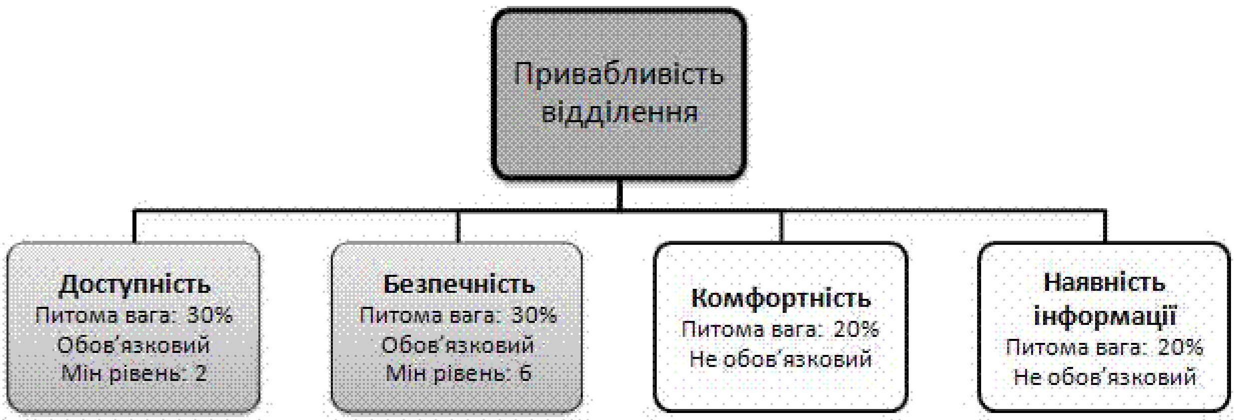

Рис. 1. Дворівнева модель оцінки привабливості відділення

2. Модель для багаторівневої оцінки

Подамо модель оцінки узагальненого показника у вигляді дерева показників, як показано на рис. 2.

Тут представлено дерево, що містить гілки однакової довжини. При практичному застосуванні дерево може мати гілки різної довжини. Для вирівнювання довжини гілок дерева при розрахунках і дослідженнях можуть бути введені фіктивні дуги, у яких існує лише один базовий показник для знаходження розрахункового. Зокрема це дозволить розглядати всі базові показники у вигляді вектора.

Нехай дерево має K рівнів, $k=\overline{1..K}$. На кожному k-му рівні є M_k груп показників, $m_k=\overline{1..M_k}$. В кожній групі є m_k-й групі є Nm_k показників, $n_{m_k}=\overline{1..N_{m_k}}$. Показник з індексами $q_{k,m_k,n_{m_k}}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$ читається наступним чином: це n_{mk}-й показник m_k-ї групи, k-го рівня, що входить у n_{mk+1}-й показник m_{k+1}-ї групи $k+1$-го рівня.

Кожен з показників $q_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$ має:

– питому вагу $p_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$ при входженні у показник $q_{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}^{k+2,m_{k+2},n_{m_{k+2}}}$;

– фактичне значення $q_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$;

– ознаку обов'язковості $r_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$ (значення 1 – обов'язковий, 0 – не обов'язковий);

– функцію обов'язковості $g_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$;

мінімальне нормативне значення $\min_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$.

Тоді показник

$$q_{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}^{k+2,m_{k+2},n_{m_{k+2}}} = \sum_{i=1}^{N_{m_k}}\left(p_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}\cdot q_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}\right)\times \prod_{i=1}^{N_{m_k}} g_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}, \quad (2)$$

де $g(q,\ r,\ \min)$ – двійкова функція, що визначається наступним чином:

$g_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}} = 1$, якщо $(r_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}=0)$ незалежно від $q_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$;

$g_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}} = 0$, якщо $((r_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}=1)$ та $(q_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}} < \min_{k,m_k,i}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}))$.

Тобто $q_{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}^{k+2,m_{k+2},n_{m_{k+2}}}$ дорівнює сумі добутків p на q всіх показників k-го рівня у яких верхній індекс збігається з нижнім індексом $q_{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}^{k+2,m_{k+2},n_{m_{k+2}}}$ - го показника помноженою на добуток значень функції g відповідних значень q, r, $\min$ k-го рівня.

Тобто $q_{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}^{k+2,m_{k+2},n_{m_{k+2}}}=0$, якщо значення хоча б одного обов'язкового показника менше за норматив.

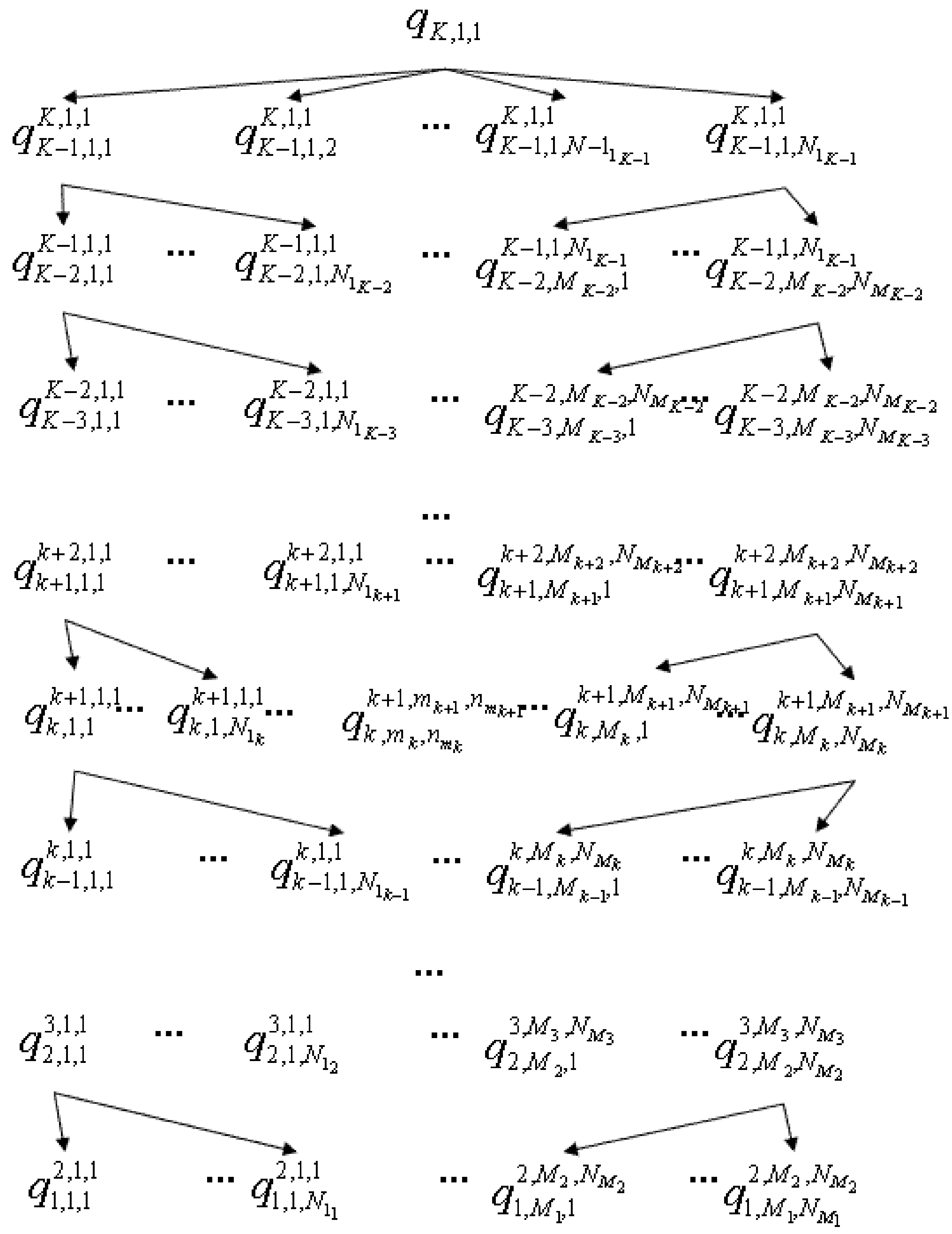

Рис. 2. Багаторівнева модель оцінки узагальненого показника

Наприклад, останній показник 2-го рівня M_2-ї групи

$$q_{2,M_2,N_{M_2}}^{3,M_3,N_{M_3}} = \sum_{i_{M_1}=1}^{N_{M_1}} \left(p_{1,M_1,i_{M_1}}^{2,M_2,N_{M_2}} \cdot q_{1,M_1,i_{M_1}}^{2,M_2,N_{M_2}} \right) \times$$
$$\times \prod_{i_{M_1}=1}^{N_{M_1}} g_{1,M_1,i_{M_1}}^{2,M_2,N_{M_2}} . \qquad (3)$$

Для спрощення запису формули (2) скористаємося апаратом лінійної алгебри (теорії матриць).

Подамо набір значень показника q k-го рівня у вигляді вектора $\overline{q}^k$. У якості координат вектора послідовно запишемо значення елементів $q_{k,m_k,n_{m_k}}$ перебираючи m_k від 1 до M_k та n_{mk} від 1 до Nm_k для кожного m_k.

Таким чином розмірність вектора $\overline{q}^k$ $N^k = \sum_{i=1}^{M_k} N_i$.

Сам вектор $\overline{q}^k$ матиме вигляд

$$\overline{q}^k = \begin{pmatrix} q_{k,1,1} \\ \dots \\ q_{k,1,N_{1_k}} \\ \dots \\ q_{k,M_k,1} \\ q_{k,M_k,2} \\ \dots \\ q_{k,M_k,N_{M_k}} \end{pmatrix} .$$

Послідовний номер i-ї координати вектора можна визначити як $i = 1..(\sum_{s=1}^{m-1_k} N_s + n_{m_k})$, перебираючи m_k від 1 до M_k та n_{mk} від 1 до Nm_k для кожного m_k.

Подамо значення вектора $\overline{q}^{k+1}$ у вигляді

$$\overline{q}^{k+1} = G^k \cdot P^k \cdot \overline{q}^k , \qquad (4)$$

де G^k – діагональна матриця розмірності N^{k+1}, де $g_{i,i}^k = \prod_{s=1}^{N_{m_k}} g_{k,m_k,s}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$ та $i = 1..(\sum_{s=1}^{m-1_{k+1}} N_s + n_{m_{k+1}})$, перебираючи m_{k+1} від 1 до M_k та n_{mk+1} від 1 до Nm_{k+1} для кожного m_k;

P^k – матриця розмірності $N^{k+1} \times N^k$, де p_{ij} = $p_{k,m_k,n_{m_k}}^{k+1,m_{k+1},n_{m_{k+1}}}$ та $i = 1..(\sum_{s=1}^{m-1_{k+1}} N_s + n_{m_{k+1}})$, перебираючи m_{k+1} від 1 до M_{k+1} та n_{mk+1} від 1 до Nm_{k+1} для кожного m_{k+1}, $j = 1..(\sum_{s=1}^{m-1_k} N_s + n_{m_k})$, перебираючи m_k від 1 до M_k та n_{mk} від 1 до Nm_k для кожного m_k. Всі решта p_{ij} = 0;

Наприклад, якщо вектор $\overline{q}^2$ має розмірність 3, вектор $\overline{q}^1$ має розмірність 5, та $\overline{q}_1^2$ підпорядковані $\overline{q}_1^1$ і $\overline{q}_2^1$, а $\overline{q}_3^2$ підпорядковані $\overline{q}_4^1$ і $\overline{q}_4^1$, то маємо:

$$\begin{pmatrix} q_1^2 \\ q_2^2 \\ q_3^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_{1,1}^1 & 0 & 0 \\ 0 & g_{2,2}^1 & 0 \\ 0 & 0 & g_{3,3}^1 \end{pmatrix} \times$$
$$\times \begin{pmatrix} p_{1,1}^1 & p_{1,2}^1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{2,3}^1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{3,4}^2 & p_{3,5}^2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} q_1^1 \\ q_2^1 \\ q_3^1 \\ q_4^1 \\ q_5^1 \end{pmatrix} .$$

Тоді послідовно здійснивши підстановку

$$\overline{q}^{k+2} = G^{k+1} \cdot P^{k+1} \cdot \overline{q}^{k+1} =$$
$$= G^{k+1} \cdot P^{k+1} \cdot (G^k \cdot P^k) \cdot \overline{q}^k$$

і т.д. та врахувавши, що на найвищому K-у рівні маємо лише один показник отримаємо **компактну форму** запису

$$q^K = \overline{q}^K = (\prod_{k=1}^{K-1} (G^k \cdot P^k)) \cdot \overline{q}^1 . \qquad (5)$$

Приклад 2. Прикладом багаторівневої моделі оцінки може бути оцінка привабливості банку для зберігання коштовностей.

Привабливість банку може бути однією із складових системи збалансованих показників банку, що відноситься цілі "Підвищити привабливість банку для клієнтів, що бажають зберігати коштовності", перспективи "Клієнти".

Ціль "Підвищити привабливість банку для клієнтів, що бажають зберігати коштовності" має бути каскадована на нижчі рівні управління. У даному прикладі ціль на другому рівні каскадується на цілі головного офісу банку та цілі відділень (рис. 3).

Ціль головного офісу вимірюється показником "Корпоративна привабливість банку", що включає загальні для банку, а не для окремих відділень, важливі параметри.

Показник "Корпоративна привабливість банку" є узагальненим показником, що залежить від показників "Репутація банку", "Відсутність претензій Національного банку України" та "Розвиненість Інтернет-технологій".

За досягнення цих показників відповідають структурні підрозділи головного офісу банку: Департамент зв'язків з громадськістю, Департамент роботи з регулюючими органами, Департамент інформаційних технологій.

У свою чергу ці показники можуть визначатися на рівні департаментів або бути узагальненими показниками за структурними підрозділами департаментів та каскадуватися далі.

При цьому, обов'язковим є перевищення певного значення показника "Відсутність претензій Національного банку України".

За наявності певного рівня претензій Національний банк України з високою ймовірністю відкличе ліцензію банку. Це, при використанні адитивно-мультиплікативної моделі враховано тим, що показник "Корпоративна привабливість банку" буде нульовий незалежно від значень інших показників головного офісу, що адекватно реальній ситуації.

Опис оцінки досягнення цілей відділень, що вимірюються показниками забезпечення певного рівня привабливості відділень, визначаються так як описано в прикладі 1.

Досягнення певного рівня показника "Корпоративна привабливість банку" є обов'язковим. Без досягнення цього рівня показник загальної привабливості банку буде нульовим незалежно від досягнутого рівня привабливості за кожним з відділень.

Таким чином, при використанні адитивно-мультиплікативної моделі, адекватність узагальненої оцінки за всім каскадом цілей є вищою за рахунок врахування критичності (обов'язковості) певних показників на всіх рівнях каскадування. При цьому збережено прозорість та простоту моделі оцінки притаманну СЗП.

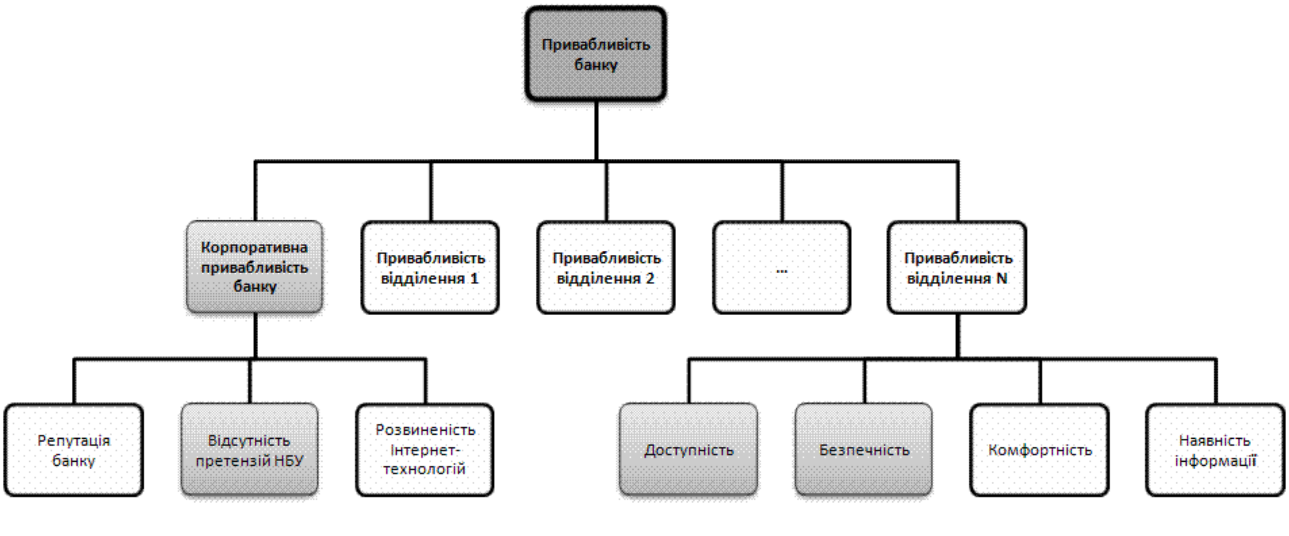

Рис. 3. Багаторівнева модель оцінки привабливості банку

Зауваження 2. Відомою проблемою при застосуванні СЗП є те, що при каскадуванні на рівні підрозділів цілі за показниками ставляться не адекватно, як правило вони ставляться максимально завищені. Однак досягти максимальних значень усіх показників на практиці майже неможливо через існування обмежень.

При наявності обмежень ресурсів $\Sigma x_i <= S$ виникає базова задача знаходження такого розподілу ресурсів x_i, при якому значення параметра Q найвищого рівня буде максимальним.

Значення кожного показника q_i в певний момент часу можна розглядати як функцію (для кожного показника свою) від поточного значення $q_{i\text{-}1}$ виділеного ресурсу $\mathrm{x_i}$ та часу, тобто $q_i = f_i\ (q_{i\text{-}1}, x_i, t)$.

Враховуючи існуючу практику стратегічного управління можна виділити ряд особливостей, що будуть характерні для вирішення вищесформульованої задачі.

Функція f_i залежить від конкретної предметної області та найчастіше задається у табличному вигляді на основі експертних оцінок. Хоча у деяких випадках залежність значення показника від поточного значення показника, часу та ресурсів відома та функція f_i може бути представлена в аналітичному вигляді.

Особливістю стратегічного управління на основі системи збалансованих показників є те, що враховуються не лише фінансові, а й нефінансові показники. Тому у моделі можуть розглядатися різні види ресурсів, хоча найбільш розповсюдженим видом ресурсу є фінансові ресурси. Враховуючи відносно невисокі вимоги до точності моделі та існуючу практику ресурси розглядаються як дискретні величини.

У практиці стратегічного управління час розглядається як дискретні моменти. Як правило, використовуються часові проміжки від кварталу до кількох років.

Авторами системи збалансованих показників рекомендується [1] для кожної картки збалансованих показників як верхнього рівня, так і на рівні структурних підрозділів, використовувати від 40 до 60 показників. Причому 20 % показників оцінюють роботу, а решта 80 % інформують про стан об'єкта управління.

Єдиної точки зору на необхідну кількість рівнів стратегічного управління не існує. Для окремого підприємства вважається, що вплив на стратегічні цілі здійснюють підрозділи першого та другого рівнів (департаменти). Для більш складних структур, наприклад, Міністерство оборони, кількість рівнів може бути більшою, проте в дійсності рідко перевищує п'ять рівнів.

Кількість груп показників у межах одного рівня можна оцінити за кількістю структурних підрозділів, що доцільно підпорядковувати структурному підрозділу вищого рівня. Ця кількість варіюється від кількох підпорядкованих підрозділів до кількох десятків. Однак, при розгляді одного узагальненого показника структурного підрозділу вищого рівня, можна вважати, що на його досягнення може впливати лише кілька структурних підрозділів нижчого рівня.

Враховуючи особливості прикладної області стратегічного управління для вирішення задач, подібних до вищеописаної, може бути використано, наприклад, апарат теорії автоматизації дискретних технологічних та інформаційних процесів [5].

Висновки

Уперше запропоновано багаторівневу адитивно-мультиплікативну модель оцінки узагальнених показників при стратегічному управлінні на основі системи збалансованих показників. Запропонована модель дозволяє підвищити адекватність узагальнених оцінок за рахунок врахування критичності (обов'язковості) певних показників, зберігає прозорість та простоту притаманну СЗП. Сформульовано базову формальну задачу досягнення цілей стратегічного управління шляхом використання запропонованої моделі.

1. *Каплан Р., Нортон Д.* Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 304 с.
2. *Бодрик Ю.Г.* Розробка системи збалансованих показників Міністерства оборони України.– 2009. – Режим доступу до бібл.: http://defpol.org.ua/site/index.php/arhiv/politikabezpeki/96-2009-09-09-15-38-04.
3. *Толкач В.* Каскад целей // Управление компанией. – 2005. – № 3. – С. 48 – 57.
4. *Ларичев О.И.* Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002. – 391 с.
5. *Синицын И.П.* Основы автоматизации управления дискретными технологическими и информационными процессами. – К.: Наук. думка, 2005. – 164 с.

Отримано 01.11.2009

Про автора:

Степанюк Михайло Юрійович,
аспірант Інституту програмних систем НАН України.

Місце роботи автора:

Інститут програмних систем
НАН України,
03187, Київ-187,
Проспект Академіка Глушкова, 40.
Тел.: +38 050 441 8510.
e-mail: realmstep@gmail.com