

Дем'яненко В. В., к.е.н., доцент кафедри інформаційного менеджменту, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана»

Потапенко С. Д., к.е.н., доцент кафедри інформаційного менеджменту, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана»

Кедровський Г. О., аспірант кафедри інформаційного менеджменту, ДВНЗ «КНЕУ ім. В. Гетьмана»

V. V. Demyanenko, candidate of economic sciences, associate professor of information management department, SHEI KNEU named after V. Hetman

S. D. Potapenko, candidate of economic sciences, associate professor of information management department, SHEI KNEU named after V. Hetman

G. A. Kedrovskiy, postgraduate student of information management department, SHEI KNEU named after V. Hetman

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРУ ЗАХОДОВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ SWOT-АНАЛІЗУ

THE MODEL OF OPTIMAL CHOICE OF MEASURES ON IMPROVEMENT OF ACTIVITY OF THE ENTERPRISE FOR THE RESULTS OF THE SWOT ANALYSIS

АНОТАЦІЯ. У статті розроблено економіко-математичну модель формування оптимального набору заходів, що направлені на підтримку сильних сторін, поліпшення слабких сторін, реалізацію можливостей і нівелювання загроз у діяльності організації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. SWOT-аналіз, алгоритм визначення коефіцієнтів відносної важливості об'єктів, матриця парних порівнянь, економічний ефект, ресурсні обмеження.

АННОТАЦИЯ. В статье разработана экономико-математическая модель формирования оптимального набора мероприятий, направленных на поддержку сильных сторон, улучшение слабых сторон, реализацию возможностей и нивелирования угроз в деятельности организации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. SWOT-анализ, алгоритм определения коэффициентов относительной важности объектов, матрица парных сравнений, экономический эффект, ресурсные ограничения.

ABSTRACT. The article develops an economic and mathematical model of forming the optimal set of actions to support strengths, improve weaknesses, opportunities and mitigate threats in the organization's activities.

KEYWORDS. The SWOT analysis, algorithm for determining the coefficients of relative importance of objects, the matrix of pairwise comparisons, economic benefits, resource constraints.

Вступ. Одним з актуальних методів планування діяльності організацій, що запропонований Кенетом Ендрюсом та іншими провідними вченими, є метод, який отримав назву SWOT-аналіз

[3]. Назва методу є аббревіатурою від слів Strengths (сильні сторони), Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості), Threats (загрози). Сутність даного методу полягає у формуванні своєрідної вербальної матриці, яка є засобом структурування та формалізації знань про поточний стан об'єкту. SWOT-аналіз є підготовчим етапом до планування розвитку підприємства [1].

Існує кілька підходів до проведення SWOT-аналізу.

Одним з підходів є визначення сильних і слабких сторін, можливостей організації та загроз у її діяльності. Результати такого SWOT-аналізу заносяться у таблицю, подану на рис. 1, яка дає змогу визначити перелік факторів впливу на діяльність організації з метою їх подальшої систематизації.

	<i>Сильні сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
<i>Можливості</i>	<i>Сильні можливості</i>	<i>Слабкі можливості</i>
<i>Загрози</i>	<i>Сильні загрози</i>	<i>Слабкі загрози</i>

Рис. 1. Матриця SWOT-аналізу визначення впливу можливостей і загроз на сильні і слабкі якості організації

Інший підхід визначає сильні і слабкі якості, а також можливості і загрози з огляду на їх позитивний і негативний вплив, враховуючи внутрішню та зовнішню природу їх походження. Результати такого SWOT-аналізу заносяться у таблицю, подану на рис. 2, яка у подальшому дає змогу сформулювати варіанти дій, направлених на розвиток підприємства.

Зазвичай, як в першу, так і в другу таблиці експерти записують назви тих характеристик, які, на їх думку, відповідають перетину відповідних стовпців і рядків.

Зрозуміло, що у результаті SWOT-аналізу необхідно оцінити фактори, що впливають на діяльність організації [2], а також потрібно розробити перелік заходів, що направлені на підтримку сильних сторін, заходів, що направлені на поліпшення слабких сторін, реалізацію можливостей і нівелювання загроз.

	Позитивний вплив	Негативний вплив
Внутрішнє походження	Сильні сторони	Слабкі сторони
Зовнішнє походження	Можливості	Загрози

Рис. 2. Матриця SWOT-аналізу визначення факторів позитивного та негативного впливу, що мають внутрішнє та зовнішнє походження та впливають на діяльність організації

Основний матеріал. На нашу думку, процедура математичної обробки результату SWOT-аналізу по кожній із зазначених груп може бути уніфікована. Після формування стратегічних завдань (заходів) постає задача визначення ступеня впливу кожного заходу на кінцевий результат. У даному випадку визначення експертами впливу конкретного заходу (так зване безпосереднє оцінювання) є надто складною задачею. Експерту дуже важко (а часто взагалі неможливо) об'єктивно оцінити даний показник. Значно легше зробити оцінку впливу на результат усіх заходів на основі парних порівнянь. Нехай кожний з m експертів робить оцінку впливу на результат всіх пар об'єктів, даючи таку числову оцінку:

$$r_{ij}^{ah} = \begin{cases} 1, & \text{якщо захід } Q_i^a \text{ має більше значення, ніж } Q_j^a; \\ 0.5, & \text{якщо } Q_i^a \text{ і захід } Q_j^a \text{ рівноплavnі}; \\ 0, & \text{якщо захід } Q_i^a \text{ має менше значення, ніж } Q_j^a, \end{cases}$$

де $h = 1, 2, \dots, m$ – номер експерта, $i = 1, 2, \dots, n_a$ і $j = 1, 2, \dots, n_a$ – номери заходів, що направлені на підтримку сильної сторони a . За результатами експертизи маємо m таблиць (матриць) такого вигляду:

R_h	O_1^a	...	O_j^a		...	$O_{n_a}^a$
O_1^a	r_{11}^{ah}	...	r_{1j}^{ah}		...	$r_{1n_a}^{ah}$
...	...	...	...		...	...
O_i^a	r_{i1}^{ah}	...	r_{ij}^{ah}		...	$r_{in_a}^{ah}$
...	...	...	...		...	...
$O_{n_a}^a$	$r_{n_a1}^{ah}$	...	$r_{n_a j}^{ah}$		...	$r_{n_a n_a}^{ah}$

Наступним кроком обчислювальної процедури є побудова матриці математичних очікувань оцінок усіх пар об'єктів.

R	O_1^a	...	O_j^a	...	$O_{n_a}^a$
O_1^a	$x_{11}^a = M[r_{11}^a]$	...	$x_{1j}^a = M[r_{1j}^a]$	...	$x_{1n_a}^a = M[r_{1n_a}^a]$
...	...	...	...	...	...
O_i^a	$x_{i1}^a = M[r_{i1}^a]$	...	$x_{ij}^a = M[r_{ij}^a]$	...	$x_{in_a}^a = M[r_{in_a}^a]$
...	...	...	...	...	...
$O_{n_a}^a$	$x_{n_a1}^a = M[r_{n_a1}^a]$	...	$x_{n_a j}^a = M[r_{n_a j}^a]$	...	$x_{n_a n_a}^a = M[r_{n_a n_a}^a]$

Якщо при оцінці пари O_{ij}^a із загальної кількості експертів m_i висловилися за перевагу O_i^a , m_j експертів висловилися за перевагу O_j^a , а кількість m_p експертів вважають ці об'єкти рівноправними, то оцінка математичного сподівання дискретної випадкової величини буде дорівнювати:

$$x_{ij}^a = M[r_{ij}^a] = 1 \times \frac{m_i}{m} + 0.5 \times \frac{m_p}{m} + 0 \times \frac{m_j}{m}.$$

Враховуючи, що $m_p = m - m_i - m_j$ то

$$x_{ij}^a = M[r_{ij}^a] = \frac{m_i}{m} + 0.5 \times \frac{m - m_i - m_j}{m} = 0.5 + \frac{m_i - m_j}{2m}.$$

Очевидно, що $x_{ij} + x_{ji} = 1$. Сукупність величин x_{ij} утворюють матрицю $X = \|x_{ij}\|$ розмірності $n_a \times n_a$. На основі даної матриці будують ранжировку всіх об'єктів і визначають коефіцієнти відносної важливості об'єктів, тобто вектор $k^a = [k_1^a, k_2^a, \dots, k_{n_a}^a]$.

Одним із варіантів визначення значень елементів вектора k є такий ітераційний алгоритм [4]:

а) $t = 0$ (t – індекс ітерації), $k^0 = \underbrace{[1, 1, \dots, 1]}_{n_a}$;

б) рекурентні співвідношення

$$k^t = \frac{1}{\lambda^t} \times X \times k^{t-1}, \quad \lambda^t = \underbrace{[1, 1, \dots, 1]}_{n_a} \times X \times k^{t-1}, \quad t \in 1, 2, \dots,$$

де X – матриця математичних очікувань оцінок пар об'єктів;

k^t – вектор коефіцієнтів відносної важливості на t -ій ітерації;

$$\sum_{i=1}^{n_a} k_i^t = 1 \text{ – умова нормування;}$$

с) ознакою зупинки алгоритму є $\max_{i=1, n_a} |k_i^t - k_i^{t-1}| < E$, де E – точність обчислень.

Подібні розрахунки проводять для кожної сильної сторони $a = \overline{1, A}$.

У результаті реалізації алгоритму отримаємо A векторів $k^a = [k_1^a, k_2^a, \dots, k_{n_a}^a]$, $a = \overline{1, A}$.

Так як процедура отримання коефіцієнтів відносної важливості заходів є уніфікованою, то подібні розрахунки необхідно провести також по заходам, що направлені на поліпшення слабких сторін, реалізацію можливостей і нівелювання загроз. Тобто після реалізації запропонованої процедури отримаємо: A векторів $k^a = [k_1^a, k_2^a, \dots, k_{n_a}^a]$, $a = \overline{1, A}$, де a – індекс сильної сторони; B векторів $k^b = [k_1^b, k_2^b, \dots, k_{n_b}^b]$, $b = \overline{1, B}$, де b – індекс слабкої сторони, C векторів $k^c = [k_1^c, k_2^c, \dots, k_{n_c}^c]$, $c = \overline{1, C}$, де c – індекс можливості, D векторів $k^d = [k_1^d, k_2^d, \dots, k_{n_d}^d]$, $d = \overline{1, D}$, де d – індекс загрози.

Як правило, реалізація всіх заходів, що були визначені у результаті SWOT-аналізу, практично неможлива в наслідок обмеженості ресурсів. Враховуючи багатоваріантність вирішення даної проблеми для формування оптимального набору заходів, що підлягають реалізації у період, що розглядається, пропонується застосування наступної економіко-математичної моделі з цільовою функцією:

$$F = \sum_{a=1}^A \sum_{s=1}^{n_a} K1_s^a Q1_s^a X1_s^a + \sum_{b=1}^B \sum_{u=1}^{n_u} K2_u^b Q2_u^b X2_u^b + \sum_{c=1}^C \sum_{f=1}^{n_f} K3_f^c Q3_f^c X3_f^c + \sum_{d=1}^D \sum_{p=1}^{n_p} K4_p^d Q4_p^d X4_p^d \rightarrow \max, \quad (1)$$

та обмеженнями:

$$\sum_{a=1}^A \sum_{s=1}^{n_a} Z1_s^a X1_s^a \leq R1, \quad (2)$$

$$\sum_{b=1}^B \sum_{u=1}^{n_u} Z2_u^b X2_u^b \leq R2, \quad (3)$$

$$\sum_{c=1}^C \sum_{f=1}^{n_f} Z3_f^c X3_f^c \leq R3, \quad (4)$$

$$\sum_{d=1}^D \sum_{p=1}^{n_p} Z4_p^d X4_p^d \leq R4, \quad (5)$$

$$X1_s^a = \begin{cases} 1, & \text{якщо } s - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{підтримки } a - \text{тої сильної сторони;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (6)$$

$s = \overline{1, n_s}, a = \overline{1, A};$

$$X2_u^b = \begin{cases} 1, & \text{якщо } u - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{покращення } b - \text{тої слабкої сторони;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (7)$$

$u = \overline{1, n_u}, b = \overline{1, B};$

$$X3_f^c = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{реалізації } c - \text{тої можливості;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (8)$$

$f = \overline{1, n_f}, c = \overline{1, C};$

$$X4_p^d = \begin{cases} 1, & \text{якщо } p - \text{тий захід береться до впровадження для} \\ & \text{невілювання } d - \text{тої загрози;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (9)$$

$p = \overline{1, n_p}, d = \overline{1, D};$

де $K1_s^a$ – коефіцієнт відносної важливості s -того заходу, що пропонується для підтримки a -тої сильної сторони, $s = \overline{1, n_s}, a = \overline{1, A}$,

$K2_u^b$ – коефіцієнт відносної важливості u -того заходу, що пропонується для покращення b -тої слабкої сторони, $u = \overline{1, n_u}, b = \overline{1, B}$,

$K3_f^c$ – коефіцієнт відносної важливості f -того заходу, що пропонується для реалізації c -тої можливості, $f = \overline{1, n_f}, c = \overline{1, C}$,

$K4_p^d$ – коефіцієнт відносної важливості p -того заходу, що пропонується для нівелювання d -тої загрози, $p = \overline{1, n_p}$, $d = \overline{1, D}$,

$Q1_s^a$ – економічний ефект від впровадження s -того заходу, що пропонується для підтримки a -тої сильної сторони, $s = \overline{1, n_s}$, $a = \overline{1, A}$,

$Q2_u^b$ – економічний ефект від впровадження u -того заходу, що пропонується для покращення b -тої слабкої сторони, $u = \overline{1, n_u}$, $b = \overline{1, B}$,

$Q3_f^c$ – економічний ефект від впровадження f -того заходу, що пропонується для реалізації c -тої можливості, $f = \overline{1, n_f}$, $c = \overline{1, C}$,

$Q4_p^d$ – економічний ефект від впровадження p -того заходу, що пропонується для нівелювання d -тої загрози, $p = \overline{1, n_p}$, $d = \overline{1, D}$,

$Z1_s^a$ – затрати, що необхідні для реалізації s -того заходу, що пропонується для підтримки a -тої сильної сторони, $s = \overline{1, n_s}$, $a = \overline{1, A}$,

$Z2_u^b$ – затрати, що необхідні для реалізації u -того заходу, що пропонується для покращення b -тої слабкої сторони, $u = \overline{1, n_u}$, $b = \overline{1, B}$,

$Z3_f^c$ – затрати, що необхідні для реалізації f -того заходу, що пропонується для реалізації c -тої можливості, $f = \overline{1, n_f}$, $c = \overline{1, C}$,

$Z4_p^d$ – затрати, що необхідні для реалізації p -того заходу, що пропонується для нівелювання d -тої загрози, $p = \overline{1, n_p}$, $d = \overline{1, D}$,

$R1$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на підтримку сильних сторін,

$R2$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на покращення слабких сторін,

$R3$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на реалізацію можливостей,

$R4$ – загальний обсяг коштів, який виділяється на комплекс заходів, які направлені на нівелювання загроз,

n_a – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для підтримки a -тої сильної сторони, $a = \overline{1, A}$,

n_b – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для покращення b -тої слабкої сторони, $b = \overline{1, B}$,

n_c – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для реалізації c -тої можливості, $c = \overline{1, C}$,

n_d – загальна кількість заходів, що можуть бути використані для нівелювання d -тої загрози, $d = \overline{1, D}$.

Цільова функція даної моделі характеризує максимальний економічний ефект від впровадження заходів, що були визначені в результаті SWOT-аналізу.

Сутність обмеження (2) полягає в тому, що витрати, які направлені на підтримку сильних сторін, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Сутність обмеження (3) полягає в тому, що витрати, які направлені на поліпшення слабких сторін, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Сутність обмеження (4) полягає в тому, що витрати, які направлені на реалізацію можливостей, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Сутність обмеження (5) полягає в тому, що витрати, які направлені на нівелювання загроз, не повинні перевищувати виділених на даний напрямок коштів.

Дана задача належить до класу задач цілочисельного програмування. Враховуючи вид цільової функції та обмеження, її можна розв'язати із застосуванням одного з алгоритмів Гоморі.

Висновки.

Розроблена в даній роботі модель може розглядатись як базовий інструмент для розбудови оцінювання результатів SWOT-аналізу. В дану модель можуть бути залучені додаткові ресурсні обмеження, що враховують специфіку конкретної предметної області. Питанням, що стосуються визначення економічного ефекту конкретного заходу, необхідно приділити особливу увагу, що, як правило, потребує проведення додаткових досліджень у вигляді розв'язку окремої задачі.

Література

1. SWOT-аналіз – основа формування маркетингових стратегій: Навч. посібник / За ред. Л. В. Балабанової. – 2-ге вид., випр. і доп. – К. : Знання, 2005. – 301 с.

2. Потапенко С. Д. Експертне оцінювання результатів SWOT-аналізу / С. Д. Потапенко // Монографія «Моделювання складних систем». – Черкаси, 2015. – С. 305–317.

3. *Learned E. P. Business policy: Text and Cases* / [E. P. Learned, C. R. Christensen, K. R. Andrews, W. D. Guth]. — Homewood : Richard D. Irwin, Inc., Illinois, 1969. — 1046 p.

4. Айзерман М.А. Выбор вариантов: основы теории / М.А. Айзерман, Ф.Т. Алескеров. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. — 240 с.

References

1. Balabanova, L. V. (2005) *SWOT-analiz – osnova formuvannia marketynhovykh stratehii* [SWOT analysis is the basis of forming marketing strategies]. Kyiv : Znannia [in Ukraine].

2. Potapenko, S. D. (2015) *Ekspertne otsiniuvannia rezultativ SWOT-analizu* [Expert evaluation of the results of the SWOT analysis]. Cherkasy [in Ukraine].

3. Learned, E. P., Christensen, C. R., Andrews, K. R., Guth, W. D., *Business policy: Text and Cases*. Homewood : Richard D. Irwin, Inc., Illinois [in English].

4. Aizerman, M.A. *Vibor varyantov: osnovi teoryy* [Choice of options: basic theory]. Moskva : Nauka [in Russian].