

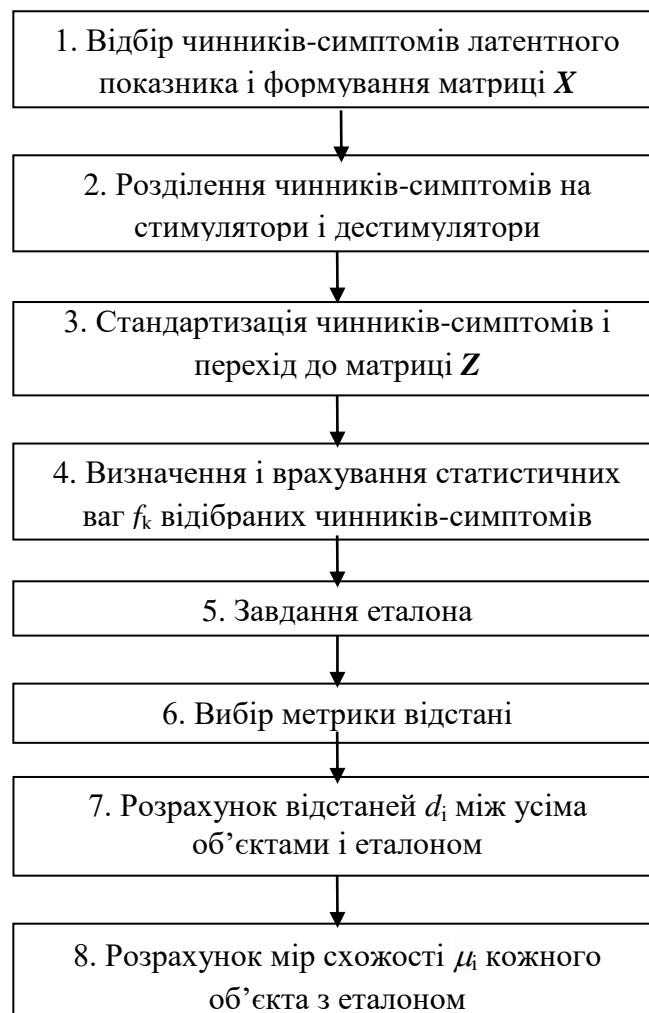
**Олександр Янковий**

професор кафедри економіки підприємства та організації підприємницької діяльності Одеського національного економічного університету,

## **ТАКСОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНЮВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

Таксономічний аналіз – це дієвий інструмент, що дозволяє в значній мірі позбутися вказаних недоліків, зокрема, участі експертів в оцінюванні конкурентоздатності продукції, тобто є більш об'єктивним. Він полягає у визначенні продукту-еталону і порівнянні з ним усіх інших аналізованих товарів-конкурентів.

Класична процедура таксономії (від грецьких слів *táxis* – розташування, порядок і *nómos* – закон) складається з таких основних етапів (рис. 1).



**Рис. 1 – Блок-схема класичного алгоритму оцінювання латентної ознаки за допомогою таксономічного аналізу**

У класичному алгоритмі передбачається завдання еталона як точки верхнього полюса, розрахунок відстаней від нього до всіх об'єктів (товарів)

досліджуваної сукупності та визначення міри подібності точок і еталона. Остання величина розглядається як шукана інтегральна оцінка латентної економічної ознаки.

Продемонструємо, як «працює» наведена блок-схема на прикладі оцінювання конкурентоспроможності продукції за даними попередньої задачі (див. «Управління якістю», 2021, № 12, Янковий О.Г. Багатокутник конкурентоспроможності: алгоритм та приклад застосування методу).

*1 етап.* На основі проведеного відбору чинників-симптомів латентного показника (конкурентоздатності товарів компаній «Термінал», «НПЗ», «Стивідор») здійснимо формування матриці вихідних даних  $X$ , розміру  $n \times m$ . Це означає, що матриця  $X$  має 3 рядки (за числом досліджуваних продуктів-конкурентів) й 5 стовпців (за кількістю відібраних чинників-симптомів):

$$X = \begin{pmatrix} 2,1 & 2,16 & 424 & 72475 & 98594 \\ 8,5 & 9,2 & 242 & 4600 & 36967 \\ 4,1 & 0,93 & 479 & 50000 & 70000 \end{pmatrix}$$

*2 етап* – розділення чинників-симптомів на стимулятори і дестимулятори необхідне для правильного визначення майбутнього еталону. Як було з'ясовано в попередньому прикладі в даній задачі 4 чинника-симптоми є стимуляторами (рентабельність товару, продуктивність праці, збут продукції, обсяг продажів), підвищення яких свідчить про зростання конкурентоспроможності продукції. А ціна одиниці товару представляє собою дестимулятор, ріст якого вказує на зниження конкурентоздатності виробу.

*3 етап.* Стандартизація чинників-симптомів і перехід до матриці  $Z$  здійснюється на базі формули (3). Як ми вже знаємо, ця процедура необхідна для уникнення впливу масштабу виміру кожного чинника-симптому на кінцеві результати оцінювання.

Для автоматичного розрахунку стандартизованих даних (standardize columns) рекомендується використовувати систему програм «STATISTICA» корпорації StatSoft, наприклад, російськомовну (англомовну) версію 10 і вище.

$$Z = \begin{pmatrix} -0,85519 & -0,43402 & 0,34128 & 0,87101 & 0,97515 \\ 1,09952 & 1,14368 & -1,12597 & -1,09202 & -1,02313 \\ -0,24434 & -0,70966 & 0,78468 & 0,22101 & 0,04798 \end{pmatrix}$$

Частково автоматичний розрахунок значень стандартизованих чинників-симптомів можна отримати за допомогою редактора Excel, попередньо знайшовши для кожної з 5 змінних середню величину і стандартне відхилення ( $\sigma_k$  знаходиться по вибірці). Правильність проведених розрахунків перевіряється виконанням умов для стандартизованих даних  $\bar{Z}_k = 0$ ,  $\sigma^2_Z = \sigma_Z = 1$ .

Іноді замість стандартизації змінних виконують їхні перетворення за наступними формулами:

$$Z_{ik} = \frac{|X_{ik} - X_{k \min}|}{X_{k \max} - X_{k \min}}, \quad Z_{ik} = \frac{|X_{ik} - X_{k \max}|}{X_{k \max} - X_{k \min}}. \quad (1)$$

У разі чинник-симптом  $X_k$  – стимулятор, ріст якого є бажаним з точки зору оцінюваної латентної ознаки, то застосовується перша формула. В протилежному випадку ( $X_k$  – дестимулятор, значення якого слід знижати) використовують друге перетворення. Масштабування даних за формулами (1) дозволяє привести всі чинники-симптоми до діапазону варіювання від 0 до 1.

*4 етап.* Визначення і врахування статистичних ваг  $f_k$  відібраних чинників-симптомів відкриває можливість ураховувати різну їхню важливість для оцінюваної латентної ознаки – конкурентоздатності продукції. Система статистичних ваг  $f_k$  вибудовується за умови виконання вимоги  $\sum_{k=1}^m f_k = 1$ .

Наприклад, нам відомо, що 5-й чинник-симптом (обсяг продажів) є вирішальним при оцінці рівня конкурентоспроможності продукції. Тоді можна надати йому суттєво більшої ваги в порівнянні з іншими змінними:  $f_5 = 0,6$ ;  $f_1 = f_2 = f_3 = f_4 = 0,1$  і умова  $\sum_{k=1}^m f_k = 1$  виконується. Врахування знайдених статистичних ваг  $f_k$  відібраних чинників-симптомів відбувається шляхом їхнього множення на елементи кожного стовпця стандартизованої матриці  $Z$ .

Оскільки в попередній задачі, в якій розглядався метод побудови багатокутника конкурентоздатності товарів компаній «Термінал», «НПЗ», «Стивідор» усі чинники-симптоми вважались рівнозначними, то ми і в даній задачі теж не будемо виділяти жодного показника, роль якого є визначальною при оцінюванні латентної економічної ознаки, що вивчається.

*5 етап.* Завдання еталона здійснюється, виходячи з уявлень про найбільш конкурентоспроможний (еталонний) товар. За еталон приймається реальна або умовна точка в багатовимірному просторі чинників-симптомів, координати якої характеризують найкращі (з урахуванням поділу змінних на стимулятори та дестимулятори) досягнення продуктів, що вивчаються. Еталон відбиває максимально можливий, потенційний рівень латентної ознаки і є своєрідним орієнтиром (базою порівняння) для всіх товарів досліджуваної сукупності.

Можливі різні методи завдання еталона:

- 1) на основі значень чинників-симптомів даної сукупності продуктів;
- 2) на основі значень чинників-симптомів інших сукупностей, наприклад, з урахуванням досвіду інших регіонів, країн тощо.

У першому випадку для стимуляторів еталонні значення (позначено індексом 0) визначаються так:

$$Z_{0k} = \max_i Z_{ik}, \quad (2)$$

а для дестимуляторів

$$Z_{0k} = \min_i Z_{ik}, \text{ або } Z_{0k} = 0. \quad (3)$$

У другому випадку за еталонні значення приймаються, наприклад, світові досягнення за обраними показниками.

У даній задачі визначимо координати еталону за екстремальними значеннями формул (2), (3) на базі стандартизованої матриці  $Z$ . Аналіз матриці  $Z$  надав наступні результати:  $z_{01} = \max z_{i1} = 1,09952$ ;  $z_{02} = \min z_{i2} = -0,70966$ ;  $z_{03} = \max z_{i3} = 0,78468$ ;  $z_{04} = \max z_{i4} = 0,87101$ ;  $z_{05} = \max z_{i5} = 0,97515$ .

Як бачимо, еталонна продукція є умовною точкою багатовимірного простору, оскільки її координати належать до різних реальних продуктів компаній «Термінал», «НПЗ», «Стивідор». Сформуємо розширену матрицю  $Z'$  шляхом додавання до матриці  $Z$  4-го рядка – координат еталону.

$$Z' = \begin{pmatrix} -0,85519 & -0,43402 & 0,34128 & 0,87101 & 0,97515 \\ 1,09952 & 1,14368 & -1,12597 & -1,09202 & -1,02313 \\ -0,24434 & -0,70966 & 0,78468 & 0,22101 & 0,04798 \\ 1,09952 & -0,70966 & 0,78468 & 0,87101 & 0,97515 \end{pmatrix}$$

6 етап. Вибір метрики (функції) відстані між усіма точками (продуктами) і еталоном здійснюється на основі формул табл. 1.

**Таблиця 1 – Найбільш популярні функції відстані між багатовимірними об'єктами  $Z_p$  і  $Z_s$**

Назва відстані	Формула
1. Лінійна (міських кварталів, манхеттенська)	$d_1(Z_p, Z_s) = \sum_{k=1}^m  Z_{pk} - Z_{sk} $
2. Евклідова	$d_2(Z_p, Z_s) = [\sum_{k=1}^m (Z_{pk} - Z_{sk})^2]^{1/2}$
3. Супремум-норма (Чебишева)	$d_\infty(Z_p, Z_s) = \max  Z_{pk} - Z_{sk} $
4. Мінковського	$d_N(Z_p, Z_s) = [\sum_{k=1}^m  Z_{pk} - Z_{sk} ^N]^{1/N}$
5. Квадрат евклідової відстані	$d^2_2(Z_p, Z_s) = \sum_{k=1}^m (Z_{pk} - Z_{sk})^2$
6. Ступенева	$d_{p,r}(Z_p, Z_s) = [\sum_{k=1}^m  Z_{pk} - Z_{sk} ^P]^{1/R}$
7. Коефіцієнт неузгодженості	$d_p(Z_p, Z_s) = (\text{число } Z_{pk} \neq Z_{sk})/m$
8. Махаланобіса	$d_M(Z_p, Z_s) = (Z_p - Z_s)r^{-1}(Z_p - Z_s)^T$

У табл. 1 використані наступні позначення:  $N, P, R$  – параметри ступеневих метрик, що визначають їхній конкретний вигляд;  $r^{-1}$  – матриця, обернена до кореляційної матриці;  $T$  – знак транспонування матриці.

Для метрики Мінковського, яка узагальнює перші три функції відстані з табл. 1, зі збільшенням показника ступеня  $N$  величина відстані між заданими точками  $Z_p, Z_s$  не зростає. Тому можна записати наступні нерівності:

$$d_1(Z_p, Z_s) \geq d_2(Z_p, Z_s) \geq \dots \geq d_\infty(Z_p, Z_s). \quad (4)$$

Програма «STATISTICA» у модулі «Кластерний аналіз» надає можливість розраховувати такі функції відстані:

- а) квадрат Евклідової метрики (Squared Euclidean distances);
- б) Евклідову метрику (Euclidean distances);
- в) лінійне (міських кварталів, манхеттенське) – City-blok (Manhattan) distances;
- г) супремум-норму (метрику Чебишева) – Chebychev distances metric;
- д) ступеневу (Power distances);
- е) коефіцієнт неузгодженості (Person disagreement);
- ж)  $1 - r$  – коефіцієнт парної кореляції Пірсона ( $1 - \text{Pearson } r$ ).

Слід пам'ятати, що з використанням ступеневої відстані необхідно задати параметри  $P$  і  $R$ . Система передбачає можливість зміни (у відповідних полях панелі «Кластерний аналіз») не більше як від 1 до 4, тобто всього є 16 варіантів різних ступеневих метрик.

Однак, найбільш популярною в економічних дослідженнях є Евклідова відстань  $d_2(Z_p, Z_s)$ , а, оскільки в науковій літературі з таксономічного аналізу відсутні рекомендації щодо вибору конкретної метрики, то ми в подальшому будемо користуватися саме Евклідовою функцією відстані.

7 *етап*. Розрахунок відстаней  $d_i$  між усіма продуктами-конкурентами і еталоном та формування матриці відстаней  $D$  здійснюється в програмі «STATISTICA» у модулі «Кластерний аналіз» на основі розширеної матриці  $Z'$ .

Отримана матриця Евклідових відстаней між усіма продуктами-конкурентами, включаючи еталон (4-й товар), має вигляд:

$$D = \begin{pmatrix} 0,00000 & 4,03850 & 1,38848 & 2,02323 \\ 4,03850 & 0,00000 & 3,42969 & 3,86420 \\ 1,38848 & 3,42969 & 0,00000 & 1,75730 \\ 2,02323 & 3,86420 & 1,75730 & 0,00000 \end{pmatrix}$$

Вона є квадратною симетричною матрицею, розміру  $4 \times 4$  – за загальною кількістю продуктів. На головній діагоналі матриці  $D$  знаходяться нулі – відстані кожного товару до самого себе.

В 4-му рядку (стовпцю) матриці  $D$  розташовані відстані продуктів-конкурентів до еталона, які тлумачаться як оцінки інтегральних резервів росту конкурентоспроможності продукції кожного підприємства. Найбільший резерв (3,864) спостерігається для 2-го товару – виробник «НПЗ».

8 *етап*. Розрахунок мір схожості  $\mu_i$  кожного об'єкта (продукту) з еталоном здійснюється на базі формули

$$\mu_i = \frac{1}{1 + d_i}, \quad (5)$$

де  $d_i$  – відстань між  $i$ -м продуктом та еталоном, виміряна за будь-якою метрикою табл. 1.

За даними 4-го рядка (стовпця) матриці  $D$  за формулою (5) знайдемо міри схожості  $\mu_i$  товарів-конкурентів з еталоном і визначимо їхні ранги за оцінкою

конкурентоздатності. Прийнято вважати, що знайдені величини  $\mu_i$  є шуканими оцінками латентної ознаки, що досліджується (табл. 2).

**Таблиця 5 – Оцінки конкурентоспроможності продукції компаній «Термінал», «НПЗ», «Стивідор» та їхні ранги**

Продукція компанії	«Термінал»	«НПЗ»	«Стивідор»	Еталон
Схожість з еталоном $\mu_i$	0,33077	0,20558	0,36267	1,00000
Ранг	2	3	1	-

Отже, багатовимірна статистична процедура таксономічного аналізу конкурентоздатності товарів досліджуваних підприємств, на відміну від методу багатокутника, на перше місце поставила продукцію компанії «Стивідор» (0,36267). На другому місці з невеликим відставанням опинилась конкурентоспроможність товару «Термінал» (0,33077), а аутсайдером, як і в попередньому розрахунку, виявилась конкурентоздатність продукції «НПЗ» (0,20558).

На нашу думку, деяка розбіжність у результатах оцінювання за двома розглянутими методами (побудови багатокутника конкурентоспроможності і таксономічного аналізу) пояснюється певним суб'єктивізмом експертів при перетворенні вихідних звітних даних за обраними чинниками-симптомами у бальні оцінки в процесі побудови багатокутника конкурентоздатності (див. «Управління якістю», 2021, № 12, Янковий О.Г. Багатокутник конкурентоспроможності: алгоритм та приклад застосування методу). У цьому сенсі таксономічний аналіз виглядає більш об'єктивним підходом до оцінювання конкурентоспроможності продукції, хоча й він не є повністю вільним від суб'єктивізму – від знань і досвіду дослідника, наприклад, на 4-му етапі процедури при визначенні статистичних ваг  $f_k$  відібраних чинників-симптомів.

Підводячи підсумки оцінювання за методом таксономії, розрахуємо на основі даних табл. 5 та формули (2) відносний рівень конкурентоспроможності ( $K_i$ ) усіх трьох досліджуваних товарів-конкурентів, прийняв конкурентоздатність продукції «Стивідор» за одиницю:

$$K_{\text{Стив}} = 1; \quad K_{\text{Терм}} = 0,912; \quad K_{\text{НПЗ}} = 0,567.$$

Таким чином, даний розрахунок, як і за попереднім методом, свідчить, що продукти компаній «Стивідор» і «Термінал» дійсно досить близькі за рівнем конкурентоздатності, причому перший виступає в ролі лідера по відношенню до другого. У той же час продукція підприємства «НПЗ» – безперечний аутсайдер, оскільки досить суттєво відстає від них за знайденою оцінкою  $K_{\text{НПЗ}} = 0,567$ .

Тут, як і при застосуванні методу побудови багатокутника конкурентоздатності продукції, дуже корисним є аналіз резервів у розрізі окремих чинників-симптомів. Проводити його зручно на базі розширеної матриці вихідних даних  $X'$ , яка в четвертому рядку містить координати еталона

у не стандартизованому вигляді:

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	
$X'$	2,1	2,16	424	72475	98594	«Термінал»
	8,5	9,2	242	4600	36967	«НПЗ»
	4,1	0,93	479	50000	70000	«Стивідор»
	8,5	0,93	479	72475	98594	Еталон

Різниця всіх чинників-симптомів конкурентоспроможності товарів певної компанії (перші три рядки матриці  $X'$ ) з еталоном (четвертий рядок матриці  $X'$ ) показують резерви зростання досліджуваної латентної ознаки даного виробника за рахунок окремих показників  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ .

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Голда Н. Методи визначення конкурентоспроможності. *Галицький економічний вісник*. № 2 (49). 2015. С.193-198. URL : <https://galicianvisnyk.tntu.edu.ua/pdf/49/123.pdf>
2. Літвінова В. О. Графічні методи дослідження у аналізі рівня конкурентоспроможності продукції. URL : <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2011.pdf>
3. Обґрунтування заходів щодо забезпечення конкурентоспроможності продукції. Харків. 2017. URL : <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/4085/productcompetitiveness.pdf>
4. Павлішина Н. М., Милосердова А. К. Аналіз конкурентоспроможності продукції підприємства авіабудівної галузі на прикладі АТ «МОТОР СІЧ». *Приазовський економічний вісник*. Випуск 1(18) 2020. С. 114-118. URL : [http://pev.kpu.zp.ua/journals/2020/1\\_18\\_ukr/23.pdf](http://pev.kpu.zp.ua/journals/2020/1_18_ukr/23.pdf)
5. Пастущин В. Аналіз методів оцінки конкурентоспроможності продукції підприємства. URL : <http://dspace.tneu.edu.ua/bitstream/316497/25996/1/.pdf>
6. Степанкова А. А. Методи оцінки конкурентоспроможності продукції. *Ефективна економіка*. 2012. № 2. URL : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=954>
7. Конкурентоспроможність продукції. *Буковинська бібліотека*. URL : <https://buklib.net/books/23928/> ;
8. Юдін М. Порівняльна характеристика методів оцінки конкурентоспроможності продукції. *Економіст*. 2010. № 6. С.40. URL: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Ekonomist/2010\\_6/40\\_42.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ekonomist/2010_6/40_42.pdf)
9. Трещов М. М. Методи оцінювання конкурентоспроможності продукції. *Економічний простір*. 2010. № 23/1. С. 118-126. URL : [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Ekpr/2009\\_23/1/treshov.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Ekpr/2009_23/1/treshov.pdf)
10. Управління оцінкою конкурентоспроможності послуг як складова економічної безпеки підприємства. URL : [file:///C:/Users/User/Downloads/Nzlubp\\_2011\\_6\\_11.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Nzlubp_2011_6_11.pdf);

11. Методи оцінки конкурентоспроможності транспортної послуги. *Ефективна економіка*. URL :  
<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1133>
12. Оцінка конкурентоспроможності продукції як послуги підприємства. URL : [file:///C:/Users/User/Downloads/Nzlubp\\_2011\\_6\\_11%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Nzlubp_2011_6_11%20(1).pdf)
13. Ліфиць І. М. Конкурентоспроможність товарів і послуг. 2-е вид., Перераб. і доп. М.: Вища освіта; Юрайт-Издат. 2010. 460 с.
14. Заріцька Н. М. Оцінка конкурентоспроможності продукції підприємства. *Ефективна економіка*. URL :  
<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4647>
15. Конкурентна перевага продукції підприємства. *Library*. URL :  
<https://library.if.ua/book/14/1234.html>
16. Янковой А. Г. Многомерный анализ в системе STATISTICA. Вып. 1. Одесса: Оптимум, 2001. 216 с.
17. Янковий О. Г. Латентні ознаки в економіці: монографія. Одеса: Атлант, 2015. 168 с.