

Економіко-математичне моделювання фінансової стійкості підприємств методом головних компонент

Зомчак Л.М.

кандидат економічних наук,
доцент кафедри економічної кібернетики
Львівського національного університету імені Івана Франка

Нич О.В.

студент
Львівського національного університету імені Івана Франка

У статті проаналізовано фінансову стійкість п'яти торговельних підприємств Львова методом головних компонент. Як показники фінансової стійкості використано коефіцієнт фінансової автономії, коефіцієнт фінансової стабільності, коефіцієнт забезпечення запасів власним капіталом та коефіцієнт маневреності власного капіталу, які обчислено на основі бухгалтерської звітності підприємств. Методом головних компонент виявлено, що коефіцієнт фінансової автономії пояснює 80,25% загальної варіації. Використавши першу головну компоненту як показник фінансової стійкості підприємства, отримано значення фінансової стійкості для всіх досліджуваних підприємств. Найбільш стійким виявилось перше підприємство для якого показник становить 1,1056.

Ключові слова: фінансова стійкість, метод головних компонент, кореляційна матриця, власний вектор, коефіцієнт фінансової автономії.

Зомчак Л.М., Нич О.В. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ СТОЙКОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТОДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

В статье проанализированы финансовую устойчивость пяти торговых предприятий Львова методом главных компонент. В качестве показателей финансовой устойчивости использовано коэффициент финансовой автономии, коэффициент финансовой устойчивости, коэффициент обеспечения запасов собственным капиталом и коэффициент маневренности собственного капитала, которые вычислено на основе бухгалтерской отчетности предприятий. Методом главных компонент обнаружено, что коэффициент финансовой автономии объясняет 80,25% общей вариации. Использовав первую главную компоненту как показатель финансовой устойчивости предприятия, получено значение финансовой устойчивости для всех исследуемых предприятий. Наиболее устойчивым оказалось первое предприятие, для которого показатель составляет 1,1056.

Ключевые слова: финансовая устойчивость, метод главных компонент, корреляционная матрица, собственный вектор, коэффициент финансовой автономии.

Zomchak L.M., Nych O.V. ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF ENTERPRISES FINANCIAL SOUNDNESS WITH PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

The article analyzes the financial stability of the five trade enterprises of Lviv by principal components analysis. As the financial soundness indicators were used: the financial autonomy ratio, the ratio of financial stability, the ratio of reserves to ensure equity and maneuverability equity ratio, which are calculated on the basis of financial statements of enterprises. The method of principal component analysis revealed that the financial autonomy ratio explains 80.25% of the total variation. Using the first principal component as an indicator of financial stability, financial stability of the value obtained for all the studied firms. The most stable proved the first company for which the figure is 1.1056.

Keywords: financial stability, principal component analysis, correlation matrix, eigenvector, financial autonomy ratio.

Постановка проблеми. Фінансова стійкість підприємства як один із головних показників економічної діяльності підприємства слугує основою для ухвалення ефективних управлінських рішень щодо його подальшого функціонування. Тому оцінювання фінансової стійкості належить до важливих економічних проблем як із погляду самих підприємців, так

і їхніх конкурентів. Особливо гостро проблема її оцінювання постає в кризові для економіки загалом періоди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам застосування математичних методів та моделей до оцінювання фінансової стійкості підприємств присвячені публікації вітчизняних учених: О. Головка та А. Тараскі-

ної [1], які запропонували інтегральну оцінку фінансового стану на основі таксономічного аналізу; К. Курганського [2], який застосував апарат нечіткої логіки для оцінювання можливості банкрутства підприємства; А. Матвійчука [3], який пропонує моделювання фінансову стійкість підприємств із застосуванням теорії нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу тощо. Серед закордонних дослідників назвемо Е. Еболфазі [4; 5], який застосовує для оцінювання ефективності та фінансової стійкості підприємств детрендований флуктуаційний аналіз та нейронні мережі; І. Хорта [6] зі співавторами, які застосували метод аналізу середовища функціонування та статистичний бутстрепінг для оцінювання фінансової стійкості. А. Атенсон [7] та співавтори оцінили кількісно фінансову стійкість американських фірм за період 1926–2012 рр. на основі даних про їхній капітал.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Класичні підходи до аналізу фінансової стійкості підприємств базуються на обчисленні групи показників та аналізі отриманих результатів, при чому показники ці можуть набувати значень із різних діапазонів та мати відмінні трактування результатів. Тому виникає потреба агрегованого показника, який дозволив би оцінити стійкість підприємства. Ще однією із проблем при цьому є також наявність тісного кореляційного зв'язку між показниками, тобто вони значною мірою дублюють один одного.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є оцінювання фінансової стійкості підприємства з можливістю порівняння такої оцінки для різних підприємств із використанням методу аналізу головних компонент.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення аналізу фінансової стійкості підприємств використано інформацію, отриману від приватного підприємства «Львів-Аудит», яке надає аудиторські послуги. Для визначення рівня фінансової стійкості підприємств було проаналізовано фінансову

звітність п'яти підприємств Львова, які працюють у сфері торгівлі. Для оцінювання фінансової стійкості підприємств, які є клієнтами ПП «Львів-Аудит», пропонуємо використати методи багатовимірного аналізу, а саме метод головних компонент.

Для оцінювання фінансової стійкості підприємств використано такі показники:

1) коефіцієнт фінансової незалежності (автономії) – показує, яку частку становить власний капітал у сумарній валюті балансу. Набуває значень від нуля до одиниці, нормальним вважають значення, яке перевищує 0,5. Чим більше значення показника фінансової автономії, тим більше незалежне підприємство від зовнішнього фінансування;

2) коефіцієнт фінансової стабільності – показує, яке співвідношення між власним та залученим капіталом підприємства. Якщо значення показника перевищує одиницю, то власних коштів більше, ніж залучених, що свідчить про фінансову стабільність підприємства. Чим більше значення показника фінансової стабільності перевищує одиницю, тим більше власні кошти перевищують залучені;

3) коефіцієнт забезпечення запасів власним капіталом – показує, скільки власного оборотного капіталу припадає на одиницю запасу, значення 0,6–0,8 вважають нормативним;

4) коефіцієнт маневреності оборотних запасів – показує, скільки власного оборотного капіталу припадає на одиницю оборотних активів, нормативне значення перевищує 0,1;

5) коефіцієнт маневреності власного капіталу – показує, скільки власного оборотного капіталу припадає на одиницю власного капіталу.

На першому етапі на основі річної фінансової звітності («Баланс» та «Звіт про фінансові результати») обчислено показники фінансової стійкості з наведеного вище переліку для п'яти підприємств (таблиця 1).

Нехай діяльність підприємств можна описати за допомогою набору показників, які дозволяють оцінити їхню фінансову стійкість (коефіцієнт фінансової автономії, фінансової

Таблиця 1

Коефіцієнти фінансової стійкості підприємств

Підприємства	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	0,162	0,193	0,170	0,137	0,823
2	0,111	0,124	1,958	0,111	1,000
3	-6,202	-0,861	-27,033	-6,202	1,000
4	0,00023	0,00023	0,000	-0,919	-2118,714
85	0,073	0,078	0,124	0,066	0,905

стабільності, забезпечення запасів власним капіталом, маневреності оборотних запасів та маневреності власного капіталу). Позначимо чинники як x_{ij} , де i – індекс підприємства, $i = 1,5$, j – індекс чинника фінансової стійкості підприємства, $j = 1,5$. Отримано матрицю, кожен рядок якої сформований набором показників фінансової стійкості конкретного підприємства, а кожен стовпець – це один із показників, але для всіх підприємств.

Для подальших досліджень значення показників необхідно відцентрувати та нормалізувати за формулою [8–10]:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j},$$

де $\bar{x}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 x_{ij}$ – математичне сподівання показника стійкості,

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$$
 – середньоквадрати-

чне відхилення.

Отримані значення математичного сподівання та середньоквадратичного відхилення подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Кількісні характеристики чинників фінансової стійкості підприємств

Чинники фінансової стійкості	Середнє значення	Середньоквадратичне відхилення
x_1	-1,171346	2,515876
x_2	-0,093049	0,389126
x_3	-4,956079	11,061896
x_4	-1,361458	2,452634
x_5	-422,997388	847,858451

Використовуючи як вхідні дані пронормовану матрицю, побудуємо матрицю парних коефіцієнтів кореляції R (таблиця 3).

Таблиця 3

Кореляційна матриця чинників фінансової стійкості підприємств

Змінні	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1	0,9901	0,9981	0,9895	0,2329
x_2	0,9901	1	0,9878	0,9959	0,1199
x_3	0,9981	0,9878	1	0,9890	0,2241
x_4	0,9895	0,9959	0,9890	1	0,0902
x_5	0,2329	0,1199	0,2241	0,0902	1

З таблиці 3 випливає, що між змінними є кореляційний зв'язок, максимальне значення якої становить 0,9981. На основі кореляційної матриці можна обчислити власні вектори з рівняння:

$$(R - \lambda I)v = 0,$$

де I – одинична матриця,

λ – власні значення,

v – власний вектор.

Власні значення кореляційної матриці подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Власні значення кореляційної матриці чинників фінансової стійкості підприємств

Головні компоненти	Власні значення	% загальної дисперсії
Компонента 1	4,012224	80,24448
Компонента 2	0,979195	19,58390
Компонента 3	0,006884	0,13768

З таблиці 4 видно, що перша головна компонента (чинник 1) пояснює 80,25% загальної варіації, тому, вмістивши в розрахунок тільки першу компоненту, описуємо однією змінною 80,25% зміни п'яти змінних. Це цілком достатньо для практичного застосування. Визначаємо власні вектори кореляційної матриці (таблиця 5), які визначають зв'язок між змінними і головними компонентами (чинниками).

Таблиця 5

Власні вектори кореляційної матриці чинників фінансової стійкості підприємств

Змінні	Чинник 1	Чинник 2	Чинник 3
x_1	0,499100	-0,011913	-0,094158
x_2	0,495325	0,103886	0,799378
x_3	0,498496	-0,003326	-0,571459
x_4	0,494550	0,133888	-0,144867
x_5	-0,111692	0,985459	-0,067654

Оскільки компоненти ортогональні, видалення останніх двох чинників не призводить до зміни власних векторів першого чинника. Отримуємо рівняння для першої головної компоненти:

$$F_1 = 0,4991 \cdot Z_1 + 0,4953 \cdot Z_2 + 0,4985 \cdot Z_3 + 0,4946 \cdot Z_4 - 0,1117 \cdot Z_5,$$

де Z_j – стандартизовані значення змінних X_j .

Як показник фінансової стійкості використовуємо першу головну компоненту:

$$FS_1 = 0,4991 \cdot Z_1 + 0,4953 \cdot Z_2 + 0,4985 \cdot Z_3 + 0,4946 \cdot Z_4 - 0,117 \cdot Z_5$$

Для переходу до звичайних змінних стандартизовані змінні Z_j необхідно замінити за формулою:

$$Z_j = \frac{X_j - \bar{X}_j}{\sigma_j}$$

де \bar{X}_j – середнє значення j -ої змінної;

σ_j – середньоквадратичне відхилення j -ої змінної.

Отримаємо рівняння зі звичайними змінними:

$$FS'_1 = 0,1984 \cdot X_1 + 1,2729 \cdot X_2 + 0,0451 \cdot X_3 + 0,2016 \cdot X_4 - 0,00013 \cdot X_5 - 0,793$$

Ця величина є показником фінансової стійкості. Чим більше FS'_1 , тим вища фінансова стійкість підприємства. За аналогічною формулою можна обчислити фінансову стійкість для кожного із досліджуваних підприємства (таблиця 6).

Висновки. Отже, як видно з таблиці 6, фінансова стійкість досліджуваних підприємств змінювалася від 1,1056 до -4,0024, де 0 відповідає середньому значенню за напрямом діяльності, а зміна в більший або менший бік свідчить про поліпшення або погіршення фінансової стійкості підприємства.

Згідно з отриманими даними найвищий показник фінансової стійкості в першого під-

приємства, який дорівнює 1,106, у другого показник фінансової стійкості становить 1,084, у п'ятого – 0,926 та в четвертого 0,887. Для цих підприємств показники фінансової стійкості практично на одному рівні. Найгірша ситуація у третього підприємства, оскільки його показник фінансової стійкості становить -4,003. Для підвищення його фінансової стійкості необхідно впровадити заходи, які сприятимуть підвищенню ефективності використання основних фондів підприємства; підвищенню інтенсивності використання оборотних активів підприємства; підвищенню продуктивності праці; подальшому збільшенню обсягів реалізації товарів (продукції, послуг); зниженню матеріальних операційних витрат; розширенню ринку збуту продукції (товарів, послуг); залученню інвестицій (кредитів) та ін.

Таблиця 6

Показник фінансової стійкості підприємств

Підприємства	FS
1	1,105561879
2	1,083811446
3	-4,002472096
4	0,887064676
5	0,926034095

ЛІТЕРАТУРА:

1. Головка О. Удосконалення оцінки та прогнозування фінансової стійкості підприємства в сучасних умовах господарювання / О. Головка, П. Тараскіна // Вісник ЖДТУ. Серія: економічні науки. – 2012. – № 1(59). – С. 254–257.
2. Курганський К. Фінансова стійкість підприємства: застосування апарату нечіткої логіки для прогнозування банкрутства / К. Курганський // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2011. – № 85. – С. 185–199.
3. Матвійчук А. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу / А. Матвійчук // Вісник НАН України. – 2010. – № 9. – С. 24–46.
4. Abolfathi E. Analyzing Financial Statements of Listed Companies in Tehran Stock Exchange with a Hybrid Model of Data Envelopment Analysis (Dea) and Artificial Neural Network (Ann) / E. Abolfathi, M. Zadeha, M. Abolfathia // MAGNT Research Report. – 2013. – #2 (2). – P. 108–117.
5. Abolfathi E. Evaluation of Efficiency and Financial Soundness of the Economic Enterprises // Applied mathematics in Engineering, Management and Technology. The special issue in Management and Technology. – 2014. – P. 90–97.
6. Horta I. Performance assessment of construction companies: A study of factors promoting financial soundness and innovation in the industry / I. Horta, A. Camanho, J. M. da Costa // International Journal of Production Economics. – 2012. – № 137(1). – P. 84–93.
7. Atkeson A. Measuring the financial soundness of US firms, 1926–2012. / A. Atkeson, A. Eisfeldt, P-O. Weill. – Working Paper № 19204. – National Bureau of Economic Research – 2013. – 47 p.
8. Математичні моделі та методи ринкової економіки: навч. посіб. / В. Вітлінський, О. Піскунова. – К.: КНЕУ, 2010. – 531 с.
9. Математичні моделі та методи ринкової економіки: практикум / В. Вітлінський, О. Піскунова, О. Ткач, В. Скіцько, О. Новоселецький. – К.: КНЕУ, 2014. – 362 с.
10. Franco D. Factor analysis and principal component analysis / D. Franco. – FrancoAngeli, 2013. – Vol. 23. – 244 p.