

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 336.64.001.57



Л. М. БАНДОРІНА,
*кандидат економічних наук, доцент,
завідувач кафедри економічної інформатики,
Національна металургійна академія України*



К. О. УДАЧИНА,
*кандидат економічних наук,
старший викладач
кафедри економічної інформатики,
Національна металургійна академія України*



А. Д. ТАТАРЧУК,
*магістр кафедри економічної інформатики,
Національна металургійна академія України*

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Статтю присвячено вирішенню задачі аналізу фінансового стану підприємства. Побудовано модель на основі теорії розпізнавання образів. Обрано метод k-найближчих сусідів, виявлено його переваги та недоліки. Удосконалено даний метод врахуванням

важливості не лише одного показника, а й важливості всіх критеріїв. Представлено етапи моделювання: складено словник та алфавіт класів розпізнавання, наведено представницькі вибірки, виконано нормалізацію даних, розраховано манхеттенські метрики, визначено фінансовий стан підприємства з урахуванням думок експертів. Розроблено інформаційну систему аналізу фінансового стану підприємства.

Ключові слова: фінансовий аналіз, розпізнавання образів, представницькі вибірки, манхеттенська відстань, нормалізація, моделювання.

Постановка проблеми. Однією з головних задач підприємства виступає аналіз фінансового стану його діяльності. Основною метою проведення аналізу є своєчасне виявлення і усунення недоліків у фінансовій діяльності, пошук шляхів раціонального використання фінансових ресурсів.

У сучасних умовах для стабільного забезпечення розвитку підприємства потрібно, перш за все, вміти реально оцінити його фінансовий стан, оскільки він виступає найважливішою характеристикою економічної діяльності підприємства. На основі нього визначається конкурентоспроможність, оцінюється, якою мірою гарантовані економічні інтереси підприємства та її партнерів у фінансових і виробничих відносинах, саме тому задача проведення фінансового аналізу для підприємства є актуальною..

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання аналізу фінансового стану досліджували вітчизняні та зарубіжні вчені: Н. Яцишин [1], Г.В. Савицька [2], О.В. Кавтиш, О.В. Деркач [3], А. Гропелі, Т. Карлін. Враховуючи внесок вказаних науковців, слід зазначити, що деякі питання у даному напрямку залишаються відкритими і вимагають подальших досліджень.

Формулювання цілей статті. Метою статті виступає створення інформаційної системи аналізу фінансового стану підприємства для підвищення ефективності його функціонування.

Виклад основного матеріалу.

Аналіз фінансового стану пропонується виконувати на основі теорії розпізнавання образів. Розпізнавання образів є однією з найфундаментальніших проблем теорії інтелектуальних систем. З іншого боку, задача розпізнавання образів має величезне практичне значення. Одним із методів теорії розпізнавання образів виступає метод k -найближчих сусідів [4, с. 62].

Вхідними даними алгоритму методу k -найближчих сусідів виступають:

- алфавіт класів розпізнавання;
- словник ознак розпізнавання;
- $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ – вхідна реалізація, для якої необхідно прийняти

рішення про її належність до одного з класів;

- K – кількість найближчих реалізацій, які аналізуються при визначенні належності y .

Вихідні дані:

K^* – номер класу, до якого належить вхідна реалізація y .

Для визначення належності фінансового стану підприємства до одного з класів необхідно виконати наступні етапи.

1. Вибрати об'єкти для кластеризації (скласти алфавіт класів).
2. Визначити множинну змінних, які характеризують класи і включити їх в словник ознак. Підготувати представницькі вибірки для класів.
3. Визначити екстремуми кожного показника та виконати нормалізацію даних за формулою:

$$f'_i = \begin{cases} \frac{x^+ - x_i}{x^+ - x^-}, \text{ якщо } x_i \Rightarrow \min \\ \frac{x_i - x^-}{x^+ - x^-}, \text{ якщо } x_i \Rightarrow \max, \end{cases} \quad (1)$$

де x^+ – максимальне значення зміни показника, x^- – мінімальне значення зміни показника, i – індекс відповідної ситуації певного підприємства $i = \overline{1, n}$.

Сформувати масив відстаней між значеннями показників фактичного стану підприємства та значеннями показників класів за формулою манхеттенської метрики:

$$d_i = \sum_{j=1}^n |x_{ij}^m - y_j^m| \quad (2)$$

де m – індекс певного класу, $m = \overline{1, M}$, j – індекс відповідного показника, $j = \overline{1, N}$.

Визначити мінімальний елемент масиву та номер класу, що йому відповідає:

$$k = \min_{m=1, M} \min_{i=1, n} \{d_i^m\} \quad (3)$$

Вибір значення K виступає складним завданням. Тому для вирішення задачі проводиться опитування серед експертів за певною шкалою, після чого оцінки усереднюються та розраховуються відстані з урахуванням важливості

показників. Далі обирається мінімальне значення і робиться висновок про приналежність оцінюваного підприємства до одного з класів.

Статистична обробка результатів експертного оцінювання передбачає визначення ступеня узгодженості думок експертів. Ступінь узгодженості думок експертів може бути оцінений коефіцієнтом варіації V_j оцінок, даних кожному варіанту [5, с. 7].

$$V_j = \frac{\sigma_j}{L_j}, j = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

де L_j – середнє значення оцінок;

σ_j – середньоквадратичне відхилення оцінок j -го показника, що обчислюється як:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m_j} (C_{ij} - M_j)^2}{m_j}} \quad (5)$$

Чим менше значення коефіцієнта варіації V_j , тим вище узгодженість думок експертів і точніше аналіз і прогноз. Думки (оцінки) експертів вважаються узгодженими при $V_j < 33\%$.

При виборі об'єктів для кластеризації пропонується наступний алфавіт класів:

- клас 1 – абсолютно стійкий фінансовий стан підприємства;
- клас 2 – нормальний фінансовий стан підприємства;
- клас 3 – середній фінансовий стан;
- клас 4 – нестійкий фінансовий стан;
- клас 5 – кризовий фінансовий стан.

Обрано показники, які характеризують класи і їх включено в словник ознак:

- власний обіговий капітал;
- коефіцієнт поточної ліквідності;
- коефіцієнт фінансування;
- обіговість активів;
- коефіцієнт рентабельності активів.

Фактичні показники підприємства наведено на рисунку 1.

E	F	G	H	I
Фактичні показники підприємства				
Власний обіговий капітал, тис. грн	Коефіцієнт поточної ліквідності	Коефіцієнт фінансування	Обіговість активів, тис. грн	Коефіцієнт рентабельності активів
5786,67	1,93	0,37	5617,17	0,52

Рис. 1. Вхідні дані

На основі експертного опитування підготовлено представницькі вибірки для класу (рис. 2).

	D	E	F	G	H	I
13		Клас X1 - абсолютно стійкий фінансовий стан підприємства				
14	Стани - S	Власний обіговий капітал, тис. грн	Коефіцієнт поточної ліквідності	Коефіцієнт фінансування	Обіговість активів, тис. грн	Коефіцієнт рентабельності активів
15	S1	5756,83	2,45	0,96	5059,79	0,40
16	S2	5645,31	2,50	0,70	5301,57	0,83
17	S3	5462,14	1,91	0,82	5147,31	0,52
18	S4	5552,87	1,98	0,22	5958,82	0,79
19	S5	5264,23	1,78	0,86	5784,37	0,88

Рис. 2. Стани класу X1

Аналогічно підготовлено представницькі вибірки для класів 2-5.

Отже, потужність словника ознак розпізнавання дорівнює: $N = 5$, а потужність алфавіту класів розпізнавання: $M = 5$. Обсяги навчальних матриць становлять: $n = 5$. Вхідна реалізація $y = (5786.67, 1.93, 0.37, 5617.17, 0.52)$.

Для приведення до єдиної системи виміру та єдиного екстремуму виконано нормалізацію даних (див. (1)) (рис. 3).

	Клас X1				
	Власний обіговий капітал, тис. грн	Коефіцієнт поточної ліквідності	Коефіцієнт фінансування	Обіговість активів, тис. грн	Коефіцієнт рентабельності активів
22					
23	max	max	max	max	max
24	0,97	0,94	1,00	0,18	0,14
25	0,87	1,00	0,72	0,40	0,92
26	0,69	0,36	0,86	0,26	0,36
27	0,78	0,44	0,21	1,00	0,85
28	0,51	0,22	0,90	0,84	1,00

Рис. 3. Нормалізація даних класу X1

Аналогічно виконано нормалізацію даних для показників інших класів.

За формулою манхеттенської метрики (див. (2)) сформовано масив відстаней між значеннями показників фактичного стану підприємства та значеннями показників класів (рис. 4).

	U	V	W	X	Y
31	Розрахунок манхеттенської відстані				
32	Клас 1	Клас 2	Клас 3	Клас 4	Клас 5
33	2,11	2,17	2,50	2,53	2,50
34	2,35	1,80	1,74	1,97	1,91
35	1,51	1,51	1,84	1,88	2,12
36	1,61	1,14	1,56	1,56	1,50
37	2,52	2,31	2,13	2,01	2,01

Рис. 4. Розрахунок манхеттенської відстані

За методом K -найближчих сусідів можна обрати певний показник і за відстанню до нього визначити, до якого класу належить фінансовий стан досліджуваного підприємства.

Таким чином, при $K = 3$ фінансовий стан підприємства відноситься до класу 1 – абсолютно стійкий фінансовий стан підприємства (рис. 5).

При збільшенні / зменшенні значення K номер класу, до якого належить фінансовий стан підприємства, змінюється.

	P	Q	R
30			
31	Найближчий сусід при відповідному K		Клас
32	K		
33	3	1,51	Клас 1

Рис. 5. Визначення фінансового стану підприємства за певним показником

Вибір значення K виступає складним завданням. Також доцільно враховувати не лише значення одного показника для фінансового аналізу, але й значення всіх останніх показників. Тому для вирішення задачі проводиться опитування серед експертів за певною шкалою, після чого оцінки усереднюються (рис. 6-7). Визначається ступінь узгодженості думок експертів (див. (4)).

L	M	N
Шкала важливості показників		
Діапазон		Значення
0	0,2	дуже високе значення
0,21	0,4	високе значення
0,41	0,6	середнє значення
0,61	0,8	низьке значення
0,81	1	дуже низьке значення

Рис. 6. Шкала оцінювання важливості показників

	D	E	F	G	H	I
35		Власний обіговий капітал, тис. грн	Коефіцієнт поточної ліквідності	Коефіцієнт фінансування	Обіговість активів, тис. грн	Коефіцієнт рентабельності активів
36	Експерт 1	0,30	0,43	0,70	0,88	0,52
37	Експерт 2	0,53	0,55	0,70	0,46	0,69
38	Експерт 3	0,60	0,47	0,67	0,86	0,70
39	Експерт 4	0,72	0,57	0,54	0,63	0,74
40	Експерт 5	0,41	0,47	0,78	0,94	0,42
41	Середнє значення	0,5	0,5	0,7	0,8	0,6
42	Середньок в відхиленн я	0,16	0,06	0,09	0,20	0,14
43	Коеф варіації	0,32	0,12	0,13	0,27	0,22
44						
45		Думки експертів узгоджені				

Рис. 7. Оцінки експертів

Далі розраховуються манхеттенські відстані з урахуванням важливості показників, обирається мінімальне значення і робиться висновок про приналежність оцінюваного підприємства до одного з класів (рис. 8).

Розрахунок відстані з урахуванням важливості показника				
Клас 1	Клас 2	Клас 3	Клас 4	Клас 5
6,04	5,32	5,87	5,96	6,03
Висновок: фактичний стан підприємства належить до класу		2		

Рис. 8. Розрахунок відстаней з урахуванням важливості показників

Отже, за результатами модельного експерименту робиться висновок, що фінансовий стан підприємства належить до класу 2 – нормальний фінансовий стан підприємства.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Впровадження запропонованої системи аналізу фінансового стану підприємства у діяльність суб'єктів господарювання дозволить виявити внутрішні господарські резерви, зменшити витрати, підвищити рентабельність, поліпшити ефективність функціонування підприємства в цілому.

Список використаної літератури

1. Яцишин Н. Методика аналізу фінансового стану підприємства / Н. Яцишин // Економічний аналіз. – 2012. – № 10(4). – С. 439-445.
2. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / Г.В. Савицкая. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 378 с.
3. Деркач О.В. Проблеми аналізу фінансового стану підприємств / О.В. Деркач // Ефективна економіка. – 2013. – №4. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1982> – Загол. з екрана.
4. Довбиш А.С. Основи теорії розпізнавання образів : навч. посіб.: у 2 ч. / А.С. Довбиш, І.В. Шелехов. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – Ч. 1. – 109 с.
5. Лісовенко М.М. Моделі економічної динаміки. Частина 1: Навч. посібник / М.М. Лісовенко, Л.М. Бандоріна, К.О. Удачина – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 52 с.

References

1. Yatsyshyn, N. (2012). *Metodyka analizu finansovoho stanu pidpriumstva* [Methods of analysis of the financial status of the company]. *Ekonomichnyi analiz*, 10 (4), pp. 439-445.
2. Savytskaia, H.V. (2017). *Analyz khoziaistvennoi deiatelnosti predpriiatyia: uchebnyk* [Analysis of the economic activity of the enterprise: textbook]. М.: INFRA-М.
3. Derkach, O.V. (2013). *Problemy analizu finansovoho stanu pidpriumstv* [Problems with the analysis of the financial institution of the company]. *Efektivna ekonomika*, [online] 4. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1982>
4. Dovbysh, A.S. and Shelekhov, I.V. (2015). *Osnovy teorii rozpoznavannia obrazi* [Fundamentals of pattern recognition theory]. Sumy: Sumskiy derzhavnyi universytet.

5. Lisovenko, M.M., Bandorina, L.M. and Udachyna, K. O. (2018). *Modeli ekonomichnoi dynamiky. Chastyna 1: Navch. posibnyk* [Models of Economic Dynamics. Part 1: Teaching manual]. Dnipro: NMetAU.

Bandorina L., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor; Udachyna K., Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer; Tatarchuk A., Master, National Metallurgical Academy of Ukraine

Modeling of the system of analysis of financial condition for enterprise

Methodological basis of the research is theory of financial analysis; methods of economic, financial analysis, economic and mathematical modeling, theory of pattern recognition has been used for developing the model of financial analysis; information technologies has been used for developing the information system. The model is based on the theory of pattern recognition has been built. The method of k-nearest neighbor method has been chosen, its advantages and disadvantages have been identified. This method has been improved to take into account the importance of not only one indicator, but also the importance of all criteria.

The stages of simulation have been presented: dictionary and alphabet of classes recognition have been constituted, representation samples have been provided, normalization of data has been executed., Manhattan metrics have been calculated, financial state of the enterprise, taking into account expert opinions has been defined. Information system of analysis of financial condition for enterprise has been developed. Novelty - the method of k-nearest neighbor has been improved by taking into account the importance of all indicators by attracting experts. Practical significance - using proposed model will allow timely identify and eliminate downsides of financial activities and reduce costs, increase profitability, and improve the efficiency of the enterprise totally

Key words: financial analysis, pattern recognition, representation samples, Manhattan metrics, normalization, modeling.

Бандорина Л.Н., к.э.н., доцент; Удачина Е.А., к.э.н., ст. преп.; Татарчук А.Д., магистр, Национальная металлургическая академия Украины

Моделирование системы анализа финансового состояния предприятия

Статья посвящена решению задачи анализа финансового состояния предприятия. Построено модель на основе теории распознавания образов. Выбрано метод k-ближайших соседей, выявлено его преимущества недостатки. Усовершенствован данный метод с учетом важности не только одного показателя, но и важности всех критериев. Представлено этапы моделирования: составлено словарь и алфавит классов распознавания, приведено представительские выборки, выполнено нормализацию данных, рассчитано манхэттенские метрики, определено финансовое состояние предприятия с учетом мнений экспертов. Разработана информационная система анализа финансового состояния предприятия.

Ключевые слова: финансовый анализ, распознавание образов, представительские выборки, манхэттенское расстояние, нормализация, моделирование.

Рекомендована до публікації 06.05.2019 р.

Надійшла до редакції 14.03.2019 р.