

М'ячин В. Г.

*доктор економічних наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва, організації виробництва
та теоретичної та прикладної економіки
Українського державного хіміко-технологічного університету*

Зибайло С. М.

*кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник, доцент,
доцент кафедри інноваційної інженерії
Українського державного хіміко-технологічного університету*

Тиха Л. С.

*кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри енергетики
Українського державного хіміко-технологічного університету*

Myachin Valentin

*Doctor of Economics, Associate Professor,
Department of Entrepreneurship, Organization
of Production, Theoretical and Applied Economics
Ukrainian State Chemical Technology University*

Zybaylo Sergiy

*PhD in Technics, Senior Researcher, Associate Professor,
Department of Innovative Engineering
Ukrainian State Chemical Technology University*

Tyha Ludmila

*PhD in Chemical, Associate Professor,
Department of Power Engineering
Ukrainian State Chemical Technology University*

ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ВІТЧИЗНЯНИХ ІННОВАЦІЙНО АКТИВНИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Анотація. У статті реалізовано концептуальний нейромережевий підхід до класифікації та вибору моделей щодо оцінювання фінансового стану інноваційно активних підприємств та ймовірності настання їх банкрутства, який враховує точність класифікації для підприємств-банкрутів, фінансово стійких підприємств, загальну точність ідентифікації підприємств та інші показники. Аналіз моделей та підходів до оцінювання фінансового стану та ризику настання банкрутства інноваційно активних підприємств свідчить про те, що дискримінантні моделі для оцінювання ризику настання банкрутства підприємств, які виникли понад 50 років тому, удосконалення яких відбувається нині різними дослідниками, не можуть релевантно характеризувати фінансовий стан, тому що їм властиві суттєві недоліки. Методи оцінювання фінансового стану та ймовірності настання банкрутства, в основі яких лежать нечітко-логічний аналіз та штучні нейронні мережі, отримали за останні 10–15 років бурхливий розвиток за кордоном завдяки насамперед їх високій точності. Однак в Україні використання цих моделей поки що не набуло широкого практичного значення з причини насамперед невеликої обізнаності фахівців щодо сучасного економіко-математичного інструментарію.

Ключові слова: методи визначення фінансового стану підприємства, кластеризація, нейронні мережі, карта Кохонена, що самоорганізується, факторний аналіз даних, імовірність настання банкрутства.

Вступ та постановка проблеми. Слід зазначити, що в Україні сьогодні значна частина систем моніторингу господарської діяльності підприємств базується виключно на коефіцієнтному аналізі. Ця система показників є загальноприйнятною й містить коефіцієнти відновлення та втрати платоспроможності. Водночас, як показує практика, розглянутий підхід орієнтований перш за все не на інтелектуальний розвиток, а на виявлення банкрутства, отже, не дає змоги керівництву підприємства своєчасно вжити заходів з виходу з кризового стану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню питання оцінювання фінансового стану та діагностики банкрутства підприємств приділяла увагу значна кількість провідних вітчизняних та закордонних економістів, зокрема Е. Альтман для США [1], Р. Таффлер

і Г. Тішоу для Великої Британії [2], К. Беерман для Німеччини [3], Г. Давидова та А. Беліков для Росії [4], О. Терещенко [5] та О. Черняк [6] для України.

Метою статті є класифікація та обґрунтування вибору моделей щодо оцінювання фінансового стану інноваційно активних промислових підприємств та ймовірності настання їх банкрутства.

Результати дослідження. Перші зафіксовані в науковій літературі моделі прогнозування банкрутства з'явилися у 1932 році. Основні етапи еволюції моделей представлені в табл. 1. Першими з них були статистичні та економіко-фінансові моделі. Перша дискримінантна модель прогнозування банкрутства (модель Z-рахунку Е. Альтмана) з'явилася у 1968 році, а її скориговані версії широко використовуються досі.

Таблиця 1

Моделі прогнозування банкрутства та їх автори

Вид моделі	Автори	Рік появи моделі
Одномірні ("univariate") моделі	Фіцпатрік (Fitzpatrick)	1932
	Мервін (Merwin)	1942
	Вальтер (Walter)	1957
	Бівер (Beaver)	1966
Множинний дискримінантний аналіз (МДА)	Альтман (Altman)	1968
	Едмайстер (Edmister)	1972
	Декін (Deakin)	1972
	Блум (Blum)	1974
	Мойєр (Moyer)	1977
	Альтман, Гальдерман, Нарайянан (Altman, Halderman, Naarayanan)	1977
	Альтман (Altman)	1983
	Бут (Booth)	1983
	Роуз, Жиро (Rose, Giroux)	1984
	Кейсі, Бартчак (Casey, Bartczak)	1985
	Лоуренс, Бір (Lawrence, Bear)	1986
	Альтман (Altman)	1993
	Постон, Харман, Грамліх (Poston, Harmon, Gramlich)	1994
	Грайс, Інграм (Grice, Ingram)	2001

Рейтингові системи можна умовно розділити на такі дві категорії: ті, які містять дослідження на місцях, тобто вивчення організації «зсередини», й дистанційні.

Одним з найбільш відомих рейтингових методів оцінювання ризику банкрутства є «правило 5С», яке широко застосовується закордонними й вітчизняними банками для аналізу кредитоспроможності підприємств і включає такі критерії: «character» (характер позичальника); «sarcapacity» (фінансові можливості); «sarpital» (капітал); «collateral» (забезпечення); «conditions» (загальні економічні умови).

Множинний дискримінантний аналіз є множинною лінійною регресією. Існують декілька причин широкого використання методу множинного дискримінантного аналізу (МДА) для оцінювання ймовірності банкрутства. По-перше, МДА дає змогу досліджувати розбіжності між компаніями-банкрутами та компаніями, які не є банкрутами, на основі фінансових показників із зазначенням коефіцієнтів, які найбільше сприяють розподілу груп. Методика МДА послідовно ідентифікує лінійну комбінацію атрибутів, відома як канонічні дискримінантні рівняння, що максимально сприяють груповому поділу підприємств.

По-друге, використання МДА вирішує питання класифікації компаній, дані за якими раніше не використовувались для побудови Z-рахунку Альтмана.

За першою моделлю (*Original Model*) множинного дискримінантного аналізу Альтмана (1968 рік) Z-рахунок визначається таким чином:

$$Z = 1,21X_1 + 1,41X_2 + 3,3X_3 + 0,6X_4 + 0,999X_5. \quad (1)$$

У 1997 році з'явилась модифікована модель Альтмана, яка отримала назву *ZETA*:

$$Z = 0,717X_1 + 0,84X_2 + 3,107X_3 + 0,42 X_4 + 0,998X_5. \quad (2)$$

Протягом наступних років параметри та коефіцієнти моделі Z-рахунку Альтмана зазнали коригування в умовах мінливих ринкових умов. Наступна версія Z-рахунку (*Z3 Model*) була представлена Альтманом та Готчкісом (*Altman, Hotchkiss*) у 2006 році як для виробничих, так і для невиробничих підприємств розвинених країн:

$$Z = 6,56X_1 + 3,26X_2 + 6,72X_2 + 1,05 X_3. \quad (3)$$

Проте застосування означеної моделі обмежується можливістю ринкового оцінювання власного капіталу. Таке оцінювання може бути здійснене для великих корпорацій, акції яких є на фондових біржах. З огляду на недостатню розвиненість фондового ринку в Україні для більшості українських підприємств визначення індексу E. Альтмана є не зовсім коректним.

Крім того, особливості української економіки, зокрема переоцінка основних фондів, неможливість встановити реальну ринкову ціну окремих видів основних фондів, не дають змогу повністю використовувати модель E. Альтмана.

Для виявлення переваг та недоліків кожної моделі діагностики фінансового стану та настання банкрутства нами запропоновано виконати кластерний аналіз найбільш відомих моделей [1-6]. Їхню характеристику наведено в табл. 2.

На сучасних промислових підприємствах існують інформаційні системи підтримки прийняття управлінських рішень в інноваційній сфері. До них можна віднести такі системи, як *MES, ERP, CRM, SRM*, які відображають фінансово-господарську та виробничу діяльність підприємства (*On-Line Transaction Processing, OLTP*). Під час побудови сховища даних стають доступними більш складні інструменти аналізу даних, зокрема *OLAP (On-Line Analytical Processing)*, тобто оперативно-аналітичний аналіз даних. Наступним етапом у розвитку інструментів аналізу є засоби інтелектуального аналізу даних, а саме це методи *Data Mining* («видобуток даних») [7; 8].

Як програмне середовище для проведення досліджень використано аналітичну платформу «Deductor Academic»

Таблиця 2

Порівняльна характеристика основних моделей визначення ймовірності настання банкрутства інноваційно активних підприємств

Модель діагностики банкрутства	Точність класифікації серед ідентифікованих підприємств, %			Відсоток підприємств, фінансовий стан яких не було ідентифіковано	Загальна точність класифікації для повної множини аналізованих підприємств, %
	підприємств-банкрутів	фінансово-стійких підприємств	загальна		
1. Модель Альтмана (США)	54,1	54,5	54,3	11,7	47,9
2. Модель Альтмана (розроблено для компанії, чії акції не котируються на ринку)	56,8	51,5	54,3	7,1	50,4
3. Модель Давидової-Белікова (Росія)	90,9	21,6	54,3	2,9	52,7
4. Модель Терещенка (Україна)	15,4	100	67,6	51,4	32,9
5. Дискримінантна модель	89,2	71,2	80,1	0,0	80,1
6. Нечітка модель на базі незалежних змінних	87,9	94,7	91,2	0,0	91,2
7. Нечітка модель на базі найбільш інформативних змінних	100	85,7	92,7	0,0	92,7

версії 5.0 компанії «BaseGroup_Labs». Параметри навчання карти Кохонена представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Параметри навчання карти Кохонена

Параметр	Значення параметра
Розмір карти Кохонена	16×12
Форма осередків	Стільники
Кількість епох (циклів) за наближеного налаштування	500
Кількість епох (циклів) за тонкого налаштування	500
Швидкість навчання за наближеного налаштування	0,3
Швидкість навчання за тонкого налаштування	0,006
Ініціалізація ваг	Нормально розподілені випадковий величини
Час навчання	5 хвилин
Помилка поділу даних	0,12
Топографічна помилка	0,21

Сучасна аналітична платформа «Deductor» дає змогу характеризувати цей продукт як такий, що не поступається іншим аналітичним платформам за своєю функціональністю та швидкодією. З огляду на те, що версія програми «Deductor Studio Academic» взагалі є безкоштовною за збереження майже всієї повноти функціональних можливостей, можна вважати аналітичну платформу «Deductor» сьогодні найбільш доступним інструментом інтелектуального аналізу даних під час здійснення аналізу різних аспектів інноваційної діяльності [9; 10].

Розглянемо результати кластеризації відомих моделей визначення фінансового стану та ймовірності настання банкрутства. Кластеризація відбувалася за допомогою нейронної мережі, а саме карт Кохонена. Результати моделювання наведено на рис. 1. Для аналізу результатів кластероутворення використано не тільки карти вхідних векторів, але й матрицю відстаней, матрицю помилок квантування та матрицю густини потрапляння.

Характеристику кластерів за результатами роботи нейронної мережі, тобто кількість підприємств у кластері, показники рівня значущості, довірчого інтервалу, середні значення для кожного кластеру та інші показники розподілу, наведено на рис. 2.

За результатами всі відомі моделі визначення ймовірності настання банкрутства були розподілені на два кластери. Це кластери «0» та «1». За кількістю розподілених моделей обсяги кластерів наближені один до одного. До кластеру «0» увійшли 3 моделі, до найбільшого кластеру «1» увійшли 4 моделі.

До кластеру «0» за результатами кластеризації моделей увійшли моделі з умовними номерами 5 (дискримінантна модель), 6 (нечітка модель на базі незалежних змінних) та 7 (нечітка модель на базі найбільш інформативних змінних).

Означений кластер «0», що є найменшим за кількістю моделей, характеризується загальною точністю класифікації (ЗТК), значно вищою за середню (88,0% проти 63,986%), загальною точністю (ЗАГ), значно нижчою за середню (57,625% проти 70,643%), точністю класифікації серед ідентифікованих підприємств-банкрутів, дещо нижчою за середню (54,3% проти 70,614%), а також точністю класифікації серед ідентифікованих фінансово стійких підприємств, помітно вищою за середню (56,9% проти 68,467%).

Для цих трьох моделей немає підприємств, стан яких не був визначений.

Щодо іншого кластеру, а саме кластеру «1», то до нього увійшли такі моделі, як модель Альтмана, модель Альтмана, розроблена для компаній, чії акції не котируються на ринку, модель Давидової-Белікова та модель Терещенка. Ці моделі характеризуються відносно спрощеною методикою розрахунку, але невисокою точністю.

Означений кластер «1», що є найбільшим за кількістю моделей, характеризується загальною точністю класифікації (ЗТК), значно нижчою за середню (45,98% проти 63,99%), загальною точністю (ЗАГ), значно вищою за середню (88,00% проти 70,64%), точністю класифікації серед ідентифікованих підприємств-банкрутів, дещо вищою за середню (92,37% проти 70,61%), а також точністю класифікації серед ідентифікованих фінансово стійких підприємств, помітно вищою за середню (83,87% проти 68,47%).

Ці моделі не можуть ідентифікувати частину досліджуваних підприємств, на відміну від трьох моделей, що входять до кластеру «0».

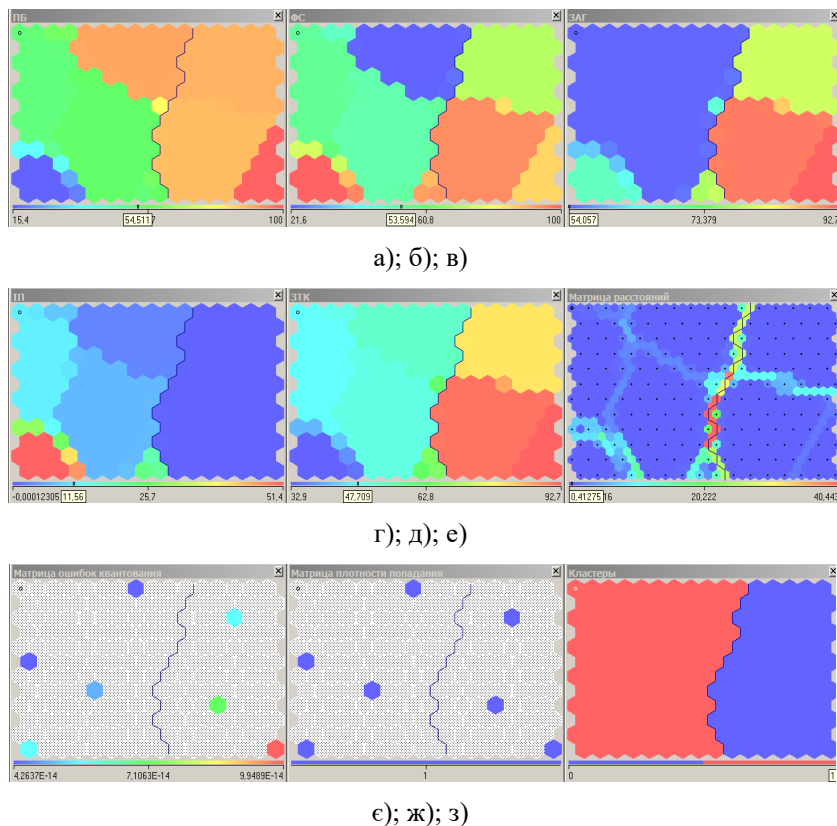


Рис. 1. Карта Кохонена:

точність класифікації підприємств-банкрутів (ПБ) (а); фінансово стійких підприємств (ФС) (б); загальна точність (ЗАГ) (в); відсоток підприємств, фінансовий стан яких не було ідентифіковано (ІП) (г); загальна точність класифікації (ЗТК) (д); матриця відстаней (е); матриця помилок квантування (є); матриця густини потрапляння (ж); кластери вхідних значень (з)

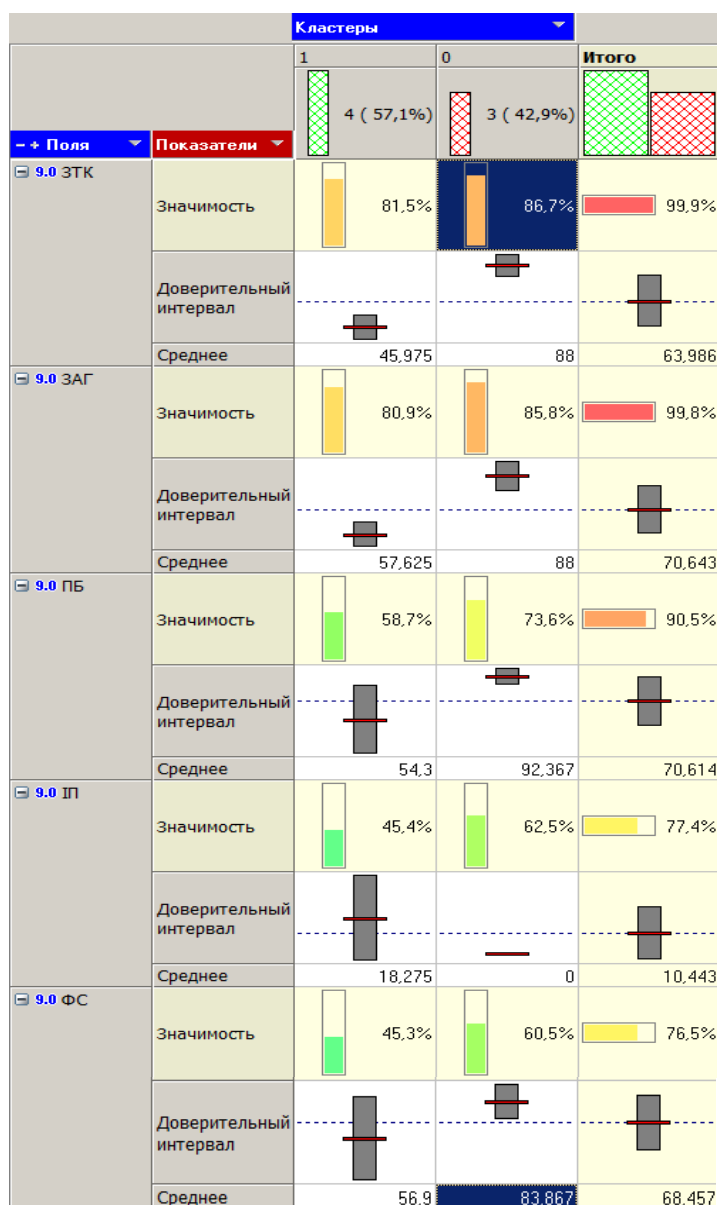


Рис. 2. Характеристика кластерів, до яких потрапили основні моделі визначення фінансового стану та ймовірності настання банкрутства

Висновки. Таким чином, усі наявні методи визначення фінансового стану та ймовірності настання банкрутства інноваційно активних підприємств можна поділити на дві основні групи. До першої можна віднести загальновідомі дискримінантні моделі, які мають відносно спрощену

методику розрахунку, але невисоку точність. До другої групи можна віднести методи, які мають досить високу точність, але потребують розвинутого математичного апарату. Останні методи набувають популярності та все більшого поширення.

Список використаних джерел:

- Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*. 1968. № 4. P. 589–609.
- Toffler R., Tishaw H. Going, going, gone – four factors which predict. *Accountancy*. 1977. № 3. P. 50–54.
- Beermann K. Prognosemöglichkeiten von Kapitalverlusten mit Hilfe von Jahresabschlüssen. *Schriftenreihe des Instituts für Revisionswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*. 1976. Düsseldorf. Band 11. S. 118–121.
- Давыдова Г., Беликов А. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий. *Управление риском*. 1999. № 3. С. 13–20.
- Терещенко О. Антикризове фінансове управління на підприємстві. Київ : КНЕУ, 2004. 268 с.
- Черняк О. Виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та можливого його банкрутства. *Статистика України*. 2003. № 4. С. 87–94.
- Kohonen T. Essentials of the self-organizing map. *Neural Networks*. № 37. P. 52–65.
- Deboeck G., Kohonen T. Visual Explorations in Finance with Self-Organizing Maps. London : Springer, 2013. 317 p.
- Паклин Н., Орешков В. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям : учебное пособие. Санкт-Петербург : Питер, 2013. 704 с.
- Яковлев В. Статистические методы в Deductor Studio : учебное пособие. Москва : ОнтоПринт, 2017. 202 с.

References:

1. Altman E.I. *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*. The Journal of Finance. 1968. № 4. P. 589–609.
2. Toffler R., Tishaw H. *Going, going, gone – four factors which predict*. Accountancy. 1977. № 3. P. 50–54.
3. Beer mann K. *Prognosemöglichkeiten von Kapitalverlusten mit Hilfe von Jahresabschlüssen*. Schriftenreihe des Instituts für Revisionswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. 1976. Düsseldorf. Band 11. P. 118–121.
4. Davydova G., Belikov A. (1999). *Metodyka kolychestvennoi otsenky ryska bankrotstva predpriyatiy* [Method of quantitative assessment of enterprise bankruptcy risk]. *Upravlyeniye ryskom* [Risk management]. No. 1. P. 13–20.
5. Tereshchenko, O. (2004). *Antykryzove finansove upravlinnia na pidpriyemstvi* [Anti-crisis financial management at the enterprise]. Kyiv. KNEU, 268 p.
6. Chernyak O. (2003). *Vyivlennia oznak neplatospromozhnosti pidpriyemstva ta mozlyvoho yoho bankrotstva* [Identification of signs of insolvency of the enterprise and its possible bankruptcy]. *Statystyka Ukrainy* [Statistics Of Ukraine]. No. 4. P. 87–94.
7. Kohonen T. (2013). *Essentials of the self-organizing map*. Neural Networks. No. 37. P. 52–65.
8. Deboeck G., Kohonen T. (2013). *Visual Explorations in Finance with Self-Organizing Maps*. London : Springer, 2013. 317 p.
9. Paklin N., Oreshkov V. (2013). *Byznes-analytika: ot dannyh k znaniyam : Uchebnoe posobyie* [Business Analytics: from data to knowledge : a Tutorial]. SPb. Pyter [Peter]. 704 p.
10. Yakovlev V. (2017). *Statysticheskiye metody v Deductor Studio : uchebnoe posobyie* [Statistical methods in Deductor Studio : tutorial]. Moscow. *OntoPrynt* [Ontoprint]. 202 p.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИННОВАЦИОННО АКТИВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация. В статье реализован концептуальный нейросетевой подход к классификации и выбору моделей касательно оценивания финансового состояния инновационно активных предприятий и вероятности наступления их банкротства, который учитывает точность классификации для предприятий-банкротов, финансово устойчивых предприятий, общую точность идентификации предприятий и другие показатели. Анализ моделей и подходов к оцениванию финансового состояния и риска наступления банкротства инновационно активных предприятий свидетельствует о том, что дискриминантные модели для оценивания риска наступления банкротства предприятий, которые возникли более 50 лет назад, совершенствование которых происходит сейчас различными исследователями, не могут релевантно характеризовать финансовое состояние, потому что им свойственны существенные недостатки. Методы оценивания финансового состояния и вероятности наступления банкротства, в основе которых лежат нечетко-логичный анализ и искусственные нейронные сети, получили за последние 10–15 лет бурное развитие за рубежом благодаря прежде всего их высокой точности. Однако в Украине использование этих моделей пока не получило широкого практического значения по причине прежде всего небольшой осведомленности специалистов с современным экономико-математическим инструментарием.

Ключевые слова: методы определения финансового состояния предприятия, кластеризация, нейронные сети, самоорганизующаяся карта Кохонена, факторный анализ данных, вероятность наступления банкротства.

REVIEW OF MODERN METHODS FOR ASSESSING THE FINANCIAL CONDITION OF DOMESTIC INNOVATIVE AND ACTIVE INDUSTRIAL ENTERPRISES

Summary. The use of the discriminant model is limited by the possibility of market valuation of equity. Such an assessment can be made for large corporations whose shares are listed on stock exchanges. Given the lack of development of the stock market in Ukraine, for the vast majority of Ukrainian enterprises, the definition of the Altman index is not completely incorrect. In addition, the peculiarities of the Ukrainian economy, in particular, the revaluation of fixed assets, the inability to establish the real market price of certain types of fixed assets, do not allow the full use of the Altman model. To identify the advantages and disadvantages of each of the models for diagnosing the financial condition and the onset of bankruptcy, we proposed to perform a cluster analysis of the most well-known models. Based on the results, all known models for determining the probability of bankruptcy were divided into two clusters. These are clusters “0” and “1”. In terms of the number of distributed models, the cluster volumes are close to each other. Cluster “0” included 3 models, and the largest cluster “1” included 4 models. A conceptual neural network approach to the classification and selection of models for assessing the financial condition of innovation-active enterprises and the probability of their bankruptcy is implemented, which takes into account the accuracy of classification for bankrupt enterprises, financially stable enterprises, the general accuracy of identification of enterprises, and other indicators. Analysis of models and approaches to assessing the financial condition and risk of bankruptcy of innovative and active enterprises indicates that discriminant models for assessing the risk of bankruptcy of enterprises that arose more than 50 years ago (which are being improved in our time by various researchers) cannot adequately characterize the financial condition, because they are characterized by significant shortcomings. Methods for assessing the financial condition and probability of bankruptcy of enterprises, which are based on fuzzy logic analysis and artificial neural networks, have received rapid development abroad over the past 10–15 years, primarily due to their high accuracy. However, in Ukraine, the use of these models has not yet received wide practical significance due, first of all, to a small awareness of specialists with modern economic and mathematical tools.

Key words: methods for determining the financial state of an enterprise, clustering, neural networks, self-organizing Kohonen maps, factor analysis of data, and the probability of bankruptcy.