

**О. В. ШМАТКО**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХП»;  
**Л. С. ОВЕЧКИНА**, студент НТУ «ХП»

## **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО ТА АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ЕМІТЕНТІВ**

Пропонується метод комплексного фінансового аналізу емітента цінних паперів з використанням нечітких уявлень. Виконано огляд найбільш поширених методик аналізу фінансового стану підприємства. Виконано опис програмного забезпечення, що реалізує запропоновану методику.

**Ключові слова:** фондовий ринок, емітенти, банкрутство, оцінка фінансового стану, нечіткі уявлення.

**Вступ.** Фондовий ринок, або ринок цінних паперів займає дуже важливе і, можна сказати відособлене місце в сучасній економіці [1].

Для ефективної роботи фондового ринку необхідна присутність основних груп учасників: емітентів; інвесторів; фондових посередників. Емітент поставляє на фондовий ринок товар – цінний папір. Якість цінного паперу визначається статусом емітента та господарсько-фінансовими результатами його діяльності [2]. Оскільки фондовий ринок повинен виступати системою накопичення та перерозподілу ресурсів в економіці, емітенти в такій системі повинні займати відповідне місце [3, с. 172].

У період нестабільного розвитку економіки часто виникають ситуації, коли підприємства емітенти раптово стають банкрутами. Для того щоб передбачити такі ситуації необхідно здійснювати фінансовий аналіз та оцінку емітентів, які дозволять оцінити їх надійність, уникнути втрату інвестицій, що призводить до зниження інвестиційного ризику. Найбільш повно методи оцінки фундаментальних факторів стану емітентів для визначення майбутніх біржових цін на цінні папери розроблені і вивчені в працях таких закордонних авторів як Ф. Блока, Б. Грема (G. Benjamin), Д. Додда (D. David), С. Тернера (Turner St.), М. Томсета (Thomsett M.), Г. Кіма (Kim H.), С. Коттла, Р. Мюррея, Дж. Швайгера (Schwager J.) та інших. Проте досі не вироблено єдиних методичних підходів до комплексного аналізу фінансового стану емітента. В роботі [4] розглядаються імітаційні моделі для оцінки кредитного ризику емітента, в роботі [5] застосовується модель Альтмана для оцінки фінансового стану підприємства. Таким чином, проблема розробки методики аналізу та оцінки інвестиційної привабливості компанії-емітента є актуальною і сьогодні.

**Постановка задач дослідження.** Метою роботи є розробка математичного та програмного забезпечення інформаційної технології аналізу фінансо-

вого стану емітентів для ефективного прийняття рішення про інвестування коштів у цінні папери того чи іншого емітента, зниження інвестиційного ризику. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) виконати аналіз предметної області;
- 2) провести огляд існуючих методів і моделей оцінки фінансового стану;
- 3) розглянути метод комплексного фінансового аналізу на основі нечітких уявлень;
- 4) розробити функціональну модель програмного забезпечення для аналізу фінансового стану емітентів.

**Існуючі методи розв'язання задачі.** Найбільш поширеним підходом до аналізу ризику банкрутства підприємства є підхід Альтмана, який полягає в наступному:

Формується набір окремих фінансових показників підприємства, які на підставі попереднього аналізу мають найбільшу відносність до властивості банкрутства. Нехай таких показників  $N$ .

У  $N$ -вимірному просторі, утвореному виділеними показниками, проводиться гіперплощина, яка найкращим чином відокремлює успішні підприємства від підприємств-банкрутів, на підставі даних дослідженої статистики. Рівняння цієї гіперплощини має вигляд:

$$Z = \sum_{(i)} \alpha_i \times K_i, \quad (1)$$

де  $K_i$  – функції показників бухгалтерської звітності,  
 $\alpha_i$  – отримані в результаті аналізу ваги.

Здійснюючи паралельний перенос площині (1), можна спостерігати, як перерозподіляється число успішних і неуспішних підприємств, що потрапляють в ту чи іншу підобласть, відсічену даною площиною. Відповідно, можна встановити порогові нормативи  $Z_1$  і  $Z_2$ : коли  $Z < Z_1$ , ризик банкрутства підприємства високий, коли  $Z > Z_2$  – ризик банкрутства низький,  $Z_1 < Z < Z_2$  – стан підприємства не визначено. На підставі цього методу було створено ще декілька аналогічних моделей, що успішно використовуються, таких як: Модель Тоффлера и Тішоу, Модель Ліса, Модель Чессера. До недоліків цих моделей слід віднести наступне: підхід Альтмана та аналогічні моделі не володіють стійкістю до варіацій у вихідних даних [6].

Існують також підходи, які можна умовно назвати «якісними». Вони ґрунтуються на вивченні окремих характеристик, притаманних бізнесу, що розвивається у напрямку до банкрутства. Одним з «якісних» підходів є підхід Аргенті. Суть його в наступному. Дослідження в рамках підходу починається з припущень, що (а) йде процес, що веде до банкрутства, (б) процес цей для свого завершення вимагає декількох років і (в) процес може бути розділений на три стадії: недоліки, помилки, симптоми.

При розрахунку  $A$ -рахунку конкретної компанії необхідно ставити або кількість балів згідно Аргенті, або 0 – проміжні значення не допускаються.

Кожному чиннику кожній стадії привласнюють певну кількість балів і розраховують агрегований показник – *A*-рахунок. Якщо сума балів більше 25, компанія може збанкрутувати протягом найближчих п'яти років. Чим більше *A*-рахунок, тим скоріше це може статися. Недоліком даного методу є те, що на сьогоднішній день у світовій практиці відсутні універсальні загальнови-знані вимірники, що використовуються в аналізі якісних факторів, а специ-фіка конкретного господарюючого суб'єкта вимагає формування специфіч-них для його показників допустимих нормативів [6].

**Метод комплексного фінансового аналізу на основі нечітких уявлень.** Метод комплексного фінансового аналізу виконується в декілька етапів.

Етап 1 (Множини). Виділяють множини та підмножини станів підприємства-емітента (сприятливе, несприятливе тощо).

Етап 2 (Показники). Для аналізу обираються 6 показників фінансової діяльності:  $X_1$  – коефіцієнт автономії,  $X_2$  – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами,  $X_3$  – коефіцієнт проміжної ліквідності,  $X_4$  – коефіцієнт абсолютної ліквідності,  $X_5$  – оборотність всіх активів в річному,  $X_6$  – рентабельність всього капіталу.

Етап 3 (Значимість). Для кожного показника буде встановлено свій ваговий коефіцієнт, який розраховується за формулою (2) або (3). Відповідно до встановлених вагових коефіцієнтів одні показники будуть більш (менш) значущі, ніж інші.

Якщо система показників прорангована в порядку убавання їх значущості, то значущість  $i$ -го показника  $r_i$  слід визначати за правилом Фішберна:

$$r_i = \frac{2(N - i + 1)}{(N - 1)N}, \quad (2)$$

Якщо ж всі показники мають рівну значимість, тоді

$$r_i = 1/N, \quad (3)$$

Визначимо лінгвістичну змінну «Рівень показника  $X$ » з її термами безлічі значень «Дуже низький, Низький, Середній, Високий, Дуже високий».

Для кожного  $i$ -го фактора встановимо нечітку відповідність його поточного рівня кожному значенню лінгвістичної змінної «Рівень  $i$ -го показника», задавши трапецієвидну функцію приналежності, як представлено на рис. 1.

Верхня основа трапеції відповідає повній впевненості експерта в правильності своєї класифікації, а нижня. впевненості в тому, що ніякі інші значення інтервалу (0,1) не потрапляють в вибрану нечітку підмножину [6, 7].

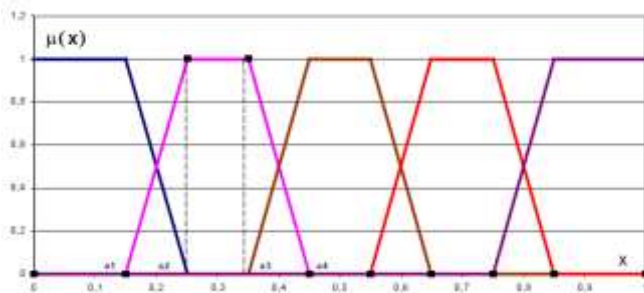


Рис. 1 – Трапецієподібна функція приналежності

Етап 4 (Класифікація значень показників). У результаті аналізу будувється нечітка класифікація обраних параметрів.

Етап 5 (Класифікація ступеня ризику). Побудуємо класифікацію поточного значення  $g$  показника ступеня ризику  $G$  як критерій розбиття цієї множини на підмножини (табл. 1)

Таблиця 1 – Класифікація ступеня ризику

Інтервал значень $G$	Найменування підмножини
$0.8 < g < 1$	$G_1$ – «граничний ризик банкрутства»
$0.6 < g < 0.8$	$G_2$ – «ступінь ризику банкрутства висока»
$0.4 < g < 0.6$	$G_3$ – «ступінь ризику банкрутства середня»
$0.2 < g < 0.4$	$G_4$ – «низька ступінь ризику банкрутства»
$0 < g < 0.2$	$G_5$ – «ризик банкрутства незначний»

Етап 6 (Класифікація рівня показників). проведемо класифікацію поточних значень  $x$ . Результатом проведеної класифікації є  $\lambda_{ij} = 1$ , якщо  $b_i(j-1) < x_i < b_{ij}$ , та  $\lambda_{ij} = 0$  в протилежному випадку (коли значення не потрапляє в обраний діапазон класифікації).

Етап 7 (Оцінка ступеня ризику). Тепер виконаємо формальні арифметичні дії по оцінці ступеня ризику банкрутства  $g$ :

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (4)$$

де

$$g_j = 0.9 - 0.2(j - 1), \quad (5)$$

$\lambda_{ij}$  рівень показників, а  $r_i$  – за формулою (2) або (3).

Етап 8 (Лінгвістичне розпізнавання). Класифікуємо отримане значення ступеня ризику на базі даних таблиці 1 [6, 7].



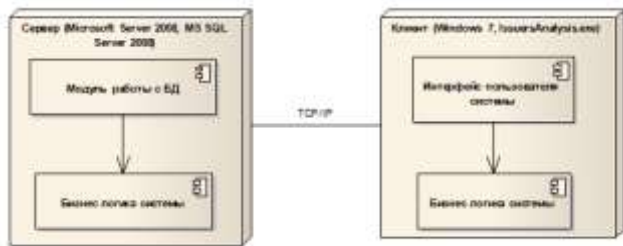


Рис. 3 – Діаграма компонентів

**Висновки.** В роботі виконана розробка алгоритмічного забезпечення для аналізу фінансового стану емітентів на ринку цінних паперів на базі нечітких уявлень. Проведено огляд предметної області, пов'язаної з оцінкою фінансового стану емітентів; виконано огляд існуючих методів аналізу фінансового стану підприємства; запропоновано метод комплексного фінансового аналізу на основі нечітких уявлень, визначені вимоги до інформаційної системи, що реалізує запропонований алгоритм.

**Список літератури:** 1. Жуков Е. Ф. Рынок ценных бумаг / Е. Ф. Жуков // Москва: Юнити-Дата, – 2009. – С. 14. 2. Белоглазова Г. Н. Финансовые рынки и финансово-кредитные институты / Г. Н. Белоглазова, Л. П. Кроливецкая // СПб : Питер, – 2013. – С. 272–273. 3. Ластовенко О. В. Формування двошаровості аттракторів в системі фондового ринку / О. В. Ластовенко // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (16 –18 травня 2013 р.): Фінансова система України: проблеми та перспективи розвитку в умовах трансформації соціально-економічних відносин. – 2013. – 367 с. 4. Шкляев Л. О. Имитационное моделирование кредитного риска эмитента корпоративных облигаций / Л. О. Шкляев // Москва, 2012. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/content/imitatsionnoe-modelirovanie-kreditnogo-riska-emitenta-korporativnykh-obligatsii>. – Дата звертання : 30 грудня 2014. 5. Патласов О. Ю. Применение моделей и критериев Альтмана в анализе финансового состояния сельхоз предприятия / О. Ю. Патласов // Москва, 2006. – Режим доступа : <http://dis.ru/library/699/26221/>. – Дата звертання : 30 грудня 2014. 6. Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций / А. О. Недосекин // СПб : Типография «Сезам», – 2002. – С. 42–66. 7. Трухачева Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р. И. Трухачева // Москва : Наука, – 1976.

**Bibliography (transliterated):** 1. Jukov, Ye.F., *Rynok cennyh bumag* Moscow: Yuniti-Data, 2009. 14. Print. 2. Beloglazova, G.N., *Finansovye rynki i finansovo-kreditnyye instituty*. St. Petersburg: Piter, 2013. 272–273. Print. 3. Lastovenko, O. V. "Formuvannya dvoшарovosti attraktoriv v systemi fondovogo rynku." *Zbirnyk tez dopovidey Mijnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferenciyi (16 –18 May 2013): Finansova sistema Ukrainy problem ta perspektivy rozvydku v umovah transformacyyi socialno-ekonomichnyh vidnosyn*, 2013. Print. 4. Shklyayev L.O. *Imitacionnoye modelirovaniye kreditnogo riska emitenta korporativnykh obligatsii*. Moscow, 2012. Web. 30 December 2014 < <http://www.dissercat.com/content/imitatsionnoe-modelirovanie-kreditnogo-riska-emitenta-korporativnykh-obligatsii>> 5. Patlasov O.Yu. *Primeneniye modeley I kriteriyev Altmana v analize finansovogo sostoyaniya selhoz predpriyatiya*. Moscow, 2006. Web. 30 December 2014 < <http://dis.ru/library/699/26221/>> 6. Nedosekin, A.O. *Nechetko-mnojestvennyy analiz riskov fondovyh investitsiy*. St. Petersburg: Tipografiya "Sezam", 2002. 42–66. Print. 7. Truhayeva, R.I. *Modeli prinyatoya resheniy v usloviyah neopredelyonnosti*. Moscow: Nauka, 1996. Print.

Надійшла (received) 15.12.2014