

№ 5–6/2005

# Р ИНОК ЦІННИХ ПАПЕРІВ УКРАЇНИ



# РЕЙТИНГОВЕ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ЕМІТЕНТІВ БОРГОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ НА ПІДГРУНТІ НЕЧІТКО-МНОЖИННОГО АНАЛІЗУ

Галина  
Великоіваненко,  
к.ф.-м.н.,  
доцент.

Леонід  
Долінський,  
к.е.н.,  
ст. викладач.

Любов  
Рудницька,  
магістр, КНЕУ

Характерною ознакою активних, високоліквідних фінансових ринків є наявність загальноприйнятої системи класифікації (рейтингування) емітентів боргових зобов'язань (позичальників) за ступенем надійності. Причому універсальною оцінкою надійності (кредитоспроможності) емітента виступає його кредитний рейтинг, який присвоюють спеціалізовані незалежні рейтингові агентства.

Провідні міжнародні рейтингові агентства (зокрема, Standard & Poor's та Moody's Investors Service) мають майже

сторічний досвід роботи на фінансовому ринку США. У Західній Європі масове рейтингування фінансових інструментів почалося приблизно 15–20 років тому. Можна стверджувати, що загальною тенденцією цивілізованого розвитку ринку боргових зобов'язань є побудова системи відповідних кредитних рейтингів.

Останнім часом механізм рейтингування активно впроваджується й в Україні згідно з Концепцією створення системи рейтингової оцінки регіонів, галузей національної економіки, суб'єктів господарювання [1].

## Основні засади рейтингового оцінювання

Кредитний рейтинг позичальника (або окремого боргового інструменту) по суті є комплексною оцінкою ступеня кредитного ризику, що вказує на ймовірність невиконання (непогашення) відповідних боргових зобов'язань (імовірність дефолту).

Кожний об'єкт рейтингового оцінювання відносять до певного класу надійності, починаючи від найвищого рейтингового класу інвестиційної категорії й до найнижчого класу спекулятивної категорії згідно зі стандартизованою рейтинговою шкалою (в Україні національна рейтингова шкала введена Розпорядженням Кабміну № 208-р від 1.04.2004 [1]).

При цьому, одним з основних проблемних питань рейтингового оцінювання є розпливчастість (нечіткість) критеріїв при визначенні класів (рівнів) рейтингу.

Незважаючи на прагнення рейтингових агентств надавати ринку об'єктивні оцінки, кредитний рейтинг – це лише якісна експертна оцінка, тому досить часто точність деяких наданих агентствами рейтингів викликає сумнів у професійних учасників фінансового ринку.

Рейтингові агентства стверджують, що аналітична процедура рейтингового оцінювання є комплексною. Вона не обмежується лише кількісним фінансовим аналізом статистичних даних (насамперед, аналізом показників фінансової звітності позичальника). Крім цього, вона передбачає вивчення багатьох якісних чинників (якісний аналіз стратегії розвитку та принципів управління суб'єкта господарювання, правовий аналіз особливостей оформлення та забезпечення боргового зобов'язання тощо).

Проте, навіть при розгляді лише частини чинників, що впливають на рівень

М  
Е  
Н  
Е  
Д  
Ж  
М  
Е  
Н  
Т  
Р  
И  
З  
И  
К  
-М  
Е  
Н  
Т

кредитного рейтингу (наприклад – лише коефіцієнтів фінансово-економічного аналізу), можливі ситуації, коли навіть за цими чинниками об'єкт оцінки може бути віднесений відразу до декількох суміжних класів рейтингу.

Вищенаведені міркування дають змогу стверджувати, що для вирішення проблемних питань рейтингового оцінювання можливе застосування методології та математичного апарату теорії нечітких множин.

#### Спрощення та припущення

При проведенні рейтингового оцінювання українських підприємств на підґрунті нечітко-множинного аналізу було зроблено певні спрощення та припущення.

1. Хоча рейтингове оцінювання має бути комплексним (складатися з оцінювання як якісних, так і кількісних чинників), нечітко-множинний підхід був реалізований лише для кількісного оцінювання, а саме при обчисленні ключових фінансових коефіцієнтів. На нашу думку, отримані результати щодо рівня кредитних рейтингів мають право на існування, проте можуть бути використані лише як орієнтир при прийнятті остаточних рішень у рейтинговому аналізі.

2. Зроблений вибір коефіцієнтів фінансово-економічного аналізу та їх нормативних значень є значною мірою суб'єктивним. Проте, запропонована авторська методика розрахунків працюватиме й за використання інших фінансових коефіцієнтів.

3. Дані фінансової звітності підприємств відбиралися виключно з відкритих джерел інформації, при цьому вважалося, що отримана фінансово-статистична інформація є достовірною. Тобто, у аналізі фінансового стану позичальників не враховано досить частих для українських умов випадків «покращення» або, навпаки, «погіршення» підприємствами реальних даних в фінансово-звітних документах.

4. Фінансовий аналіз здійснено без урахування факторів сезонності, циклічності, непередбачуваних інфляційних збурень тощо.

5. Крім того, рейтингове оцінювання має враховувати не лише фінансову спроможність боржника погасити зобов'язання, але і його бажання та юридичну необхідність платити по боргах. У цій роботі аналізується лише перший аспект – платоспроможність (фінансова стійкість позичальника).

#### Вибір фінансових коефіцієнтів

Процедура аналізу фінансової звітності позичальника передбачає обчислення цілої низки фінансово-економічних коефіцієнтів стосовно категорій ліквідності, платоспроможності, фінансової стабільності, оборотності, рентабельності тощо.

Наприклад, відомий український вчений О.С. Олексюк у праці [2] виокремлює 103 коефіцієнти фінансового аналізу, при цьому цей перелік не є абсолютно вичерпним.

Наявність великої кількості фінансових коефіцієнтів у поєднанні з відсутністю єдиної уніфікованої системи їх класифікації призводить до надлишку інформації та суперечливості (конфліктності) інтерпретації результатів. До того ж, більшість фінансових коефіцієнтів є функціонально залежними.

Вибір коефіцієнтів для оцінювання надійності позичальника не є однозначним, оскільки за відсутності в Україні єдиного, загальноприйнятого стандарту аналізу фінансового стану підприємства кожний фахівець обирає фінансові коефіцієнти на свій власний розсуд, користуючись при прийнятті рішень як об'єктивними, так і суб'єктивними чинниками.

З метою відбору найбільш значущих коефіцієнтів було опрацьовано велику кількість літературних джерел, а також чинних законодавчо-нормативних документів. На превеликий жаль, наведені в них методики фінансового аналізу досить суперечливі між собою.

У результаті систематизації та узагальнення існуючих підходів нами відібрано такі п'ять коефіцієнтів:

$K_1$  – абсолютної ліквідності;  
 $K_2$  – поточної (загальної) ліквідності;  
 $K_3$  – фінансової незалежності (автономії);

$K_4$  – співвідношення позикового та власного капіталу;

$K_5$  – рентабельності активів.

На нашу думку, набір з цих п'яти коефіцієнтів забезпечує досить детальний та змістовний аналіз фінансової звітності, і разом з тим є простим у використанні.

Значення коефіцієнтів, розрахованих на основі публічної інформації стосовно річної фінансової звітності п'яти підприємств ПЕК за 2004 рік [3], наведено у таблиці 1. Підприємства були відібрані за ознаками належності до однієї галузі, подібності структури балансу та основних джерел отримання доходів (табл. 1).

#### Нечітка класифікація фінансових коефіцієнтів

З метою побудови нечіткої класифікації фінансових коефіцієнтів введемо для кожного коефіцієнта лінгвістичну змінну «Рівень коефіцієнта  $K_i$ »,  $i = 1, \dots, 5$ , з терм-множиною (множиною лінгвістичних значень) «дуже низький (ДН), низький (Н), середній (С), високий (В), дуже високий (ДВ)», кожне з яких є нечіткою множиною. Визначимо нечітку відповідність поточного значення коефіцієнта  $K_i$  кожному лінгвістичному значенню відповідної термножини. Тобто необхідно задати функції належності значень коефіцієнта  $K_i$  нечітким множинам, що відповідають лінгвістичним значенням:

$$\mu_{ij}(u), u \in U_i, i = 1, \dots, 5, j = 1, \dots, 5,$$

де  $i$  – індекс коефіцієнта;

$j$  – індекс значення лінгвістичної змінної «Рівень коефіцієнта  $K_i$ »;

$U_i$  – універсальна множина значень  $i$ -го коефіцієнта (область визначення).

У нашому випадку функції належності  $\mu_{ij}(u)$ ,  $u \in U_i$ ,  $i = 1, \dots, 5$ ,  $j = 1, \dots, 5$  повинні задовольняти таким умовам:

1. Носії будь-яких трьох лінгвістичних значень коефіцієнта  $K_i$  не перетинаються; носії двох послідовних лінгвістичних значень коефіцієнта  $K_i$  перетинаються;

2. Якщо поточне значення коефіцієнта  $K_i$  належить носію лише одного лінгвістичного значення, то функція належності дорівнює одиниці; якщо поточне значення коефіцієнта  $K_i$  належить перетину носіїв двох послідовних лінгвістичних значень, то сума функцій належності відповідним нечітким множинам дорівнює одиниці.

У цій роботі ми розглянули найпростіший випадок *трапецевидні* функції належності:

$$\mu(u) = \begin{cases} 0, & u \leq a, \\ \frac{u-a}{b-a}, & a < u < b, \\ 1, & b \leq u \leq c, \\ \frac{d-u}{d-c}, & c < u < d, \\ 0, & u \geq d. \end{cases} \quad (1)$$

Для нечіткої множини, що задана трапецевидною функцією належності (1), носієм є інтервал  $(a; d)$ . Відрізок  $[b; c]$  визначає ті значення коефіцієнта, які гарантовано належать відповідному лінгвістичному значенню (значенню лінгвістичної змінної). Інтервали  $(a; d)$ ,  $(c; d)$  визначають значення коефіцієнта, для яких не можна гарантовано встановити належність одному лінгвістичному значенню.

Таким чином, ми побудували наступну нечітку класифікацію для обраних коефіцієнтів (див. табл. 2).

#### Ранжування фінансових коефіцієнтів

Для ранжування коефіцієнтів за рівнями (лінгвістичними значеннями) в якості рангу будемо використовувати

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів розраховані станом на кінець 2004 р.

|               | $K_1$  | $K_2$  | $K_3$  | $K_4$ | $K_5$     |
|---------------|--------|--------|--------|-------|-----------|
| Хмельницькгаз | 0,0140 | 0,7280 | 0,4760 | 1,10  | 0,0000043 |
| Київгаз       | 0,0263 | 0,9856 | 0,1626 | 5,15  | 0,0000042 |
| Гадячгаз      | 0,0837 | 1,3086 | 0,8455 | 0,18  | 0,0000670 |
| Кременчукгаз  | 0,0430 | 0,9300 | 0,7470 | 0,34  | 0,0000350 |
| Полтавагаз    | 0,0180 | 0,8600 | 0,3700 | 1,69  | 0,0000030 |

## Нечітка класифікація коефіцієнтів

| Рівень показника | Діапазон значень для коефіцієнтів: |         |         |           |           |
|------------------|------------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
|                  | $K_1$                              | $K_2$   | $K_3$   | $K_4$     | $K_5$     |
| ДН               | <0                                 | <0,5    | <0      | >0,18     | <0        |
| ДН-Н             | 0-0,03                             | 0,5-0,7 | 0-0,2   | 0,18-0,17 | 0-0,02    |
| Н                | 0,03-0,06                          | 0,7-0,9 | 0,2-0,3 | 0,17-0,16 | 0,02-0,03 |
| Н-С              | 0,06-0,09                          | 0,9-1,1 | 0,3-0,4 | 0,16-0,15 | 0,03-0,04 |
| С                | 0,09-0,12                          | 1,1-1,3 | 0,4-0,5 | 0,15-0,14 | 0,04-0,05 |
| С-В              | 0,12-0,15                          | 1,3-1,5 | 0,5-0,6 | 0,14-0,13 | 0,05-0,06 |
| В                | 0,15-0,18                          | 1,5-1,7 | 0,6-0,7 | 0,13-0,12 | 0,06-0,07 |
| В-ДВ             | 0,18-0,21                          | 1,7-2,0 | 0,7-0,8 | 0,12-0,10 | 0,07-0,08 |
| ДВ               | >0,21                              | >2,0    | >0,8    | <0,10     | >0,08     |

міру належності значення коефіцієнта  $K_i$  тій чи іншій нечіткій множині, що відповідає значенню лінгвістичної змінної «Рівень коефіцієнта  $K_i$ »,  $i = 1, \dots, 5$ .

Функції належності значень коефіцієнта  $K_i$  нечітким множинам, що відповідають лінгвістичним значенням, задаємо на основі нечіткої класифікації (табл. 2) за формулою (1).

Оскільки побудовані функції належності задовольняють властивостям

1–2, то для кожного коефіцієнта сума рангів за всіма нечіткими підмножинами дорівнює одиниці. Причому кількість ненульових рангів може бути або один у випадку, якщо значення коефіцієнта гарантовано належить відповідному значенню лінгвістичної змінної, або два у випадку, якщо не можна гарантовано встановити належність одному значенню лінгвістичної змінної «Рівень коефіцієнта  $K_i$ ». Результати ранжування наведено у таблицях 3–7:

Таблиця 3

Значення рангів для коефіцієнта  $K_1$ 

| № п/п | Назва підприємства | ДН   | Н    | С    | В | ДВ |
|-------|--------------------|------|------|------|---|----|
| 1     | Хмельницькгаз      | 0,53 | 0,47 | 0    | 0 | 0  |
| 2     | Київгаз            | 0,12 | 0,88 | 0    | 0 | 0  |
| 3     | Гадячгаз           | 0    | 0,21 | 0,79 | 0 | 0  |
| 4     | Кременчукгаз       | 0    | 1    | 0    | 0 | 0  |
| 5     | Полтавагаз         | 0,39 | 0,61 | 0    | 0 | 0  |

Таблиця 4

Значення рангів для коефіцієнта  $K_2$ 

| № п/п | Назва підприємства | ДН | Н    | С     | В     | ДВ |
|-------|--------------------|----|------|-------|-------|----|
| 1     | Хмельницькгаз      | 0  | 1    | 0     | 0     | 0  |
| 2     | Київгаз            | 0  | 0,57 | 0,43  | 0     | 0  |
| 3     | Гадячгаз           | 0  | 0    | 0,957 | 0,043 | 0  |
| 4     | Кременчукгаз       | 0  | 0,85 | 0,15  | 0     | 0  |
| 5     | Полтавагаз         | 0  | 1    | 0     | 0     | 0  |

Таблиця 5

Значення рангів для коефіцієнта  $K_3$ 

| № п/п | Назва підприємства | ДН   | Н    | С    | В    | ДВ   |
|-------|--------------------|------|------|------|------|------|
| 1     | Хмельницькгаз      | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    |
| 2     | Київгаз            | 0,19 | 0,81 | 0    | 0    | 0    |
| 3     | Гадячгаз           | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 4     | Кременчукгаз       | 0    | 0    | 0    | 0,53 | 0,47 |
| 5     | Полтавагаз         | 0    | 0,28 | 0,72 | 0    | 0    |

Значення рангів для коефіцієнта  $K_4$ 

| № п/п | Назва підприємства | ДН | Н | С | В | ДВ |
|-------|--------------------|----|---|---|---|----|
| 1     | Хмельницькгаз      | 1  | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 2     | Київгаз            | 1  | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 3     | Гадячгаз           | 1  | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 4     | Кременчукгаз       | 1  | 0 | 0 | 0 | 0  |
| 5     | Полтавагаз         | 1  | 0 | 0 | 0 | 0  |

Таблиця 7

Значення рангів для коефіцієнта  $K_5$ 

| № п/п | Назва підприємства | ДН      | Н       | С | В | ДВ |
|-------|--------------------|---------|---------|---|---|----|
| 1     | Хмельницькгаз      | 0,99978 | 0,00022 | 0 | 0 | 0  |
| 2     | Київгаз            | 0,99979 | 0,00021 | 0 | 0 | 0  |
| 3     | Гадячгаз           | 0,997   | 0,003   | 0 | 0 | 0  |
| 4     | Кременчукгаз       | 0,9982  | 0,0018  | 0 | 0 | 0  |
| 5     | Полтавагаз         | 0,99983 | 0,00017 | 0 | 0 | 0  |

### Визначення кредитного рейтингу підприємства-позичальника

Для визначення інтегрованого показника (кредитного рейтингу позичальника) введемо лінгвістичну змінну «Рівень кредитного рейтингу позичальника» з терм-множиною (множиною лінгвістичних значень) «дуже низький, низький, середній, високий, дуже високий». Носієм її терм-множини буде дійсна змінна  $R$  на інтервалі від нуля до одиниці. Задамо систему трапецевидних функцій належності відповідних нечітких підмножин (табл. 8), області визначення яких буде інтервал від нуля до одиниці.

На наступному кроці необхідно встановити пріоритети  $k_i$ ,  $i = 1, \dots, 5$ , коефіцієнтів  $K_i$ ,  $i = 1, \dots, 5$ . Ми встановили наступну систему переваг між коефіцієнтами:  $K_2 \approx K_3 \approx K_4 > K_1 > K_5$ ,

де символ « $\approx$ » означає «однаково важливі», символ « $>$ » означає «важливіший».

Побудувавши матрицю попарних порівнянь, знаходимо пріоритети  $k_i$ ,  $i = 1, \dots, 5$ , як власний вектор цієї матриці за методом Сааті [4]. Наведемо результати обчислень:

$$k_2 = k_3 = k_4 \approx 0,22, \quad k_1 \approx 0,2, \quad k_5 \approx 0,14.$$

Використавши отримані ваги (пріоритети) коефіцієнтів, ми можемо обчислити для підприємств середньозважені за коефіцієнтами ранги рівнів:

$$l_j = \sum_{i=1}^5 k_i h_{ij}, \quad j = 1, \dots, 5,$$

де  $i$  – індекс коефіцієнта;

$j$  – індекс рівня;

$h_{ij}$  – ранг  $i$ -го коефіцієнта за  $j$ -тим рівнем;

$l_j$  – середньозважений ранг  $j$ -того рівня.

Результати обчислень наведено у табл. 9.

Інтегрований показник кредитного рейтингу позичальника обчислюємо за формулою:

Значення функцій належності для лінгвістичної змінної «Рівень кредитного рейтингу позичальника»

| Значення $R$ | Дуже низька    | Низька         | Середня        | Висока         | Дуже висока    |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0-0,15       | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| 0,15-0,25    | $(0,25-R)/0,1$ | $(R-0,15)/0,1$ | 0              | 0              | 0              |
| 0,25-0,35    | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              |
| 0,35-0,45    | 0              | $(0,45-R)/0,1$ | $(R-0,35)/0,1$ | 0              | 0              |
| 0,45-0,55    | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              |
| 0,55-0,65    | 0              | 0              | $(0,65-R)/0,1$ | $(R-0,55)/0,1$ | 0              |
| 0,65-0,75    | 0              | 0              | 0              | 1              | 0              |
| 0,75-0,85    | 0              | 0              | 0              | $(0,85-R)/0,1$ | $(R-0,75)/0,1$ |
| 0,85-1,0     | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |

Таблиця 8

$$R = \sum_{j=1}^5 r_j l_j,$$

де  $r_j$  – це, у загальному випадку, абсциси максимумів функцій належності терм-множини лінгвістичної змінної [5].

В даній роботі значення  $r_j$  для лінгвістичної змінної «Рівень кредитного рейтингу позичальника» обчислюються за формулою:

$$r_j = 0,2 \times j - 0,1, \quad j = 1, \dots, 5.$$

Введемо відповідність між значеннями лінгвістичної змінної «Рівень кредитного рейтингу позичальника» та чинною національною шкалою кредитних рейтингів (табл. 10).

Результати обчислень значень інтегрованого показника  $R$ , значень лінгвістичної змінної «Рівень кредитного рейтингу позичальника» та рівнів кредит-

них рейтингів за національною шкалою наведено у табл. 11.

На наш погляд, отримані результати стосовно рівнів кредитних рейтингів в значній мірі відповідають дійсному фінансовому стану розглянутих підприємств, що підтверджує можливість застосування теорії нечітких множин на практиці.

Проте, зауважимо, що аналіз ретроспективних даних фінансової звітності підприємств має враховувати динаміку змін значень фінансових коефіцієнтів. Крім того, фінансова діагностика платоспроможності підприємства повинна включати також прогноз його майбутнього фінансового стану.

Таким чином, в сфері рейтингового оцінювання існує ще багато проблемних питань, які автори сподіваються розв'язати в майбутньому.

Таблиця 9

Середньозважені ранги за рівнями

| № п/п | Назва підприємства | ДН    | Н     | С     | В     | ДВ    |
|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | Хмельницькгаз      | 0,466 | 0,314 | 0,220 | 0     | 0     |
| 2     | Київгаз            | 0,426 | 0,480 | 0,094 | 0     | 0     |
| 3     | Гадячгаз           | 0,360 | 0,042 | 0,369 | 0,009 | 0,220 |
| 4     | Кременчукгаз       | 0,360 | 0,386 | 0,034 | 0,116 | 0,104 |
| 5     | Полтавагаз         | 0,437 | 0,404 | 0,159 | 0     | 0     |

Таблиця 10

Рівні кредитних рейтингів за національною шкалою

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Дуже високий (Дв) | uaAAA |
| В-Дв              | uaAA  |
| Високий (В)       | uaA   |
| С-В               | uaBBB |
| Середній (С)      | uaBB  |
| Н-С               | uaB   |
| Низький (Н)       | uaCCC |
| Дн-Н              | uaCC  |
| Дуже низький (Дн) | uaC   |

Таблиця 11

Розраховані кредитні рейтинги підприємств

| № п/п | Назва підприємства | R     | Оцінка паперу | Кредитний рейтинг |
|-------|--------------------|-------|---------------|-------------------|
| 1     | Хмельницькгаз 2004 | 0,251 | Н             | uaCCC             |
| 2     | Київгаз 2004       | 0,234 | ДН-Н          | uaCC              |
| 3     | Гадячгаз 2004      | 0,438 | Н-С           | uaB               |
| 4     | Кременчукгаз 2004  | 0,344 | Н             | uaB               |
| 5     | Полтавагаз 2004    | 0,244 | ДН-Н          | uaCC              |

### Література

1. Розпорядження Кабміну № 208-р від 1.04.2004 «Про схвалення Концепції створення системи рейтингової оцінки регіонів, галузей національної економіки, суб'єктів господарювання».
2. Олексюк О.С. Системи підтримки прийняття фінансових рішень на мікрорівні. – К.: «Наукова думка», 1998. – 509 с.

3. Централізована база даних про емітентів Istock – <http://www.istock.com.ua>
4. Т.Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М., 1993, – 316 с.
5. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – Санкт-Петербург, 2002.