

Оцінка фінансового стану підприємства з використанням нечітко-множинного аналізу

(Assessment of financial condition for enterprise using fuzzy-set analysis)

Студент групи КА-33: Головацький М.В.
Науковий керівник доц, к.ф.-м.н. Шубенкова І.А.

- **Мета досліджень:**

1. Дослідити існуючі методи аналізу фінансового стану та ризику банкрутства підприємства для подальшого їх застосування в оцінці ризиків банкрутства українських банків.

2. Розробити програмне забезпечення, реалізуючи один з методів, для проведення досліджень.

- **Об'єкт дослідження:** фінансовий стан підприємства та ризику його банкрутства.

- **Предмет дослідження:** аналіз методів та моделей оцінки фінансового стану та ризиків банкрутства підприємства.

- **Актуальність:** будь-які наукові дослідження в цьому напрямку цікаві інвесторам, фінансовому менеджменту підприємств, банківській системі.

**Методи оцінки
ризиків
банкрутства**

```
graph TD; A([Методи оцінки ризику банкрутства]) --> B[Ймовірнісні методи]; A --> C[Методи з використанням нечітких множин]; A --> D[Методи якісного аналізу]; A --> E[Методи нечіткого логічного виводу];
```

**Ймовірнісні
методи**

**Методи з
використанням
нечітких
множин**

**Методи
якісного
аналізу**

**Методи
нечіткого
логічного
виводу**

Етап 1 (введення лінгвістичних змінних та задання значень)

| Нечітка підмножина значень | Лінгвістична змінна E «Фінансовий стан підприємства» | Нечітка підмножина значень | Лінгвістична змінна G «Степінь ризику банкрутства» | Нечітка підмножина значень | Лінгвістична змінна V_i «Рівень показника X_i » |
|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|---|
| E_1 | <i>граничне неблагополуччя</i> | G_1 | <i>найвищий</i> | V_{i1} | <i>дуже низький</i> |
| E_2 | <i>неблагополуччя</i> | G_2 | <i>високий</i> | V_{i2} | <i>низький</i> |
| E_3 | <i>середній рівень</i> | G_3 | <i>середній</i> | V_{i3} | <i>середній</i> |
| E_4 | <i>відносно благополуччя</i> | G_4 | <i>низький</i> | V_{i4} | <i>високий</i> |
| E_5 | <i>граничне благополуччя</i> | G_5 | <i>незначний</i> | V_{i5} | <i>дуже високий</i> |

Етап 2 (Вибір показників)

- X_1 – рентабельність капіталу;
- X_2 – коефіцієнт надійності;
- X_3 – коефіцієнт автономії;
- X_4 – коефіцієнт рівня дохідних активів;
- X_5 – доля високоліквідних активів в робочих активах;
- X_6 – коефіцієнт миттєвої ліквідності;
- X_7 – процентна маржа;

Етап 3 (Значущість показників. Вибір ваг)

Поставимо у відповідність кожному показнику X_i рівень його значущості r_i . ($r_1 \geq r_2 \geq \dots r_N$)

Правило Фішберна:

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

Етап 4 (Класифікація комплексного показника ризику)

| Інтервал значень g | Класифікація рівня параметру | Степінь оціночної впевненості (функція належності) |
|-------------------------|------------------------------|--|
| $0 \leq g \leq 0.15$ | G_5 | 1 |
| $0.15 < g < 0.25$ | G_5 | $\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$ |
| | G_4 | $1 - \mu_5 = \mu_4$ |
| $0.25 \leq g \leq 0.35$ | G_4 | 1 |
| $0.35 < g < 0.45$ | G_4 | $\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$ |
| | G_3 | $1 - \mu_4 = \mu_3$ |
| $0.45 \leq g \leq 0.55$ | G_3 | 1 |
| $0.55 < g < 0.65$ | G_3 | $\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$ |
| | G_2 | $1 - \mu_3 = \mu_2$ |
| $0.65 \leq g \leq 0.75$ | G_2 | 1 |
| $0.75 < g < 0.85$ | G_2 | $\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$ |
| | G_1 | $1 - \mu_2 = \mu_1$ |
| $0.85 \leq g \leq 1.0$ | G_1 | 1 |

Етап 5 (класифікація значень показників)

| Показник | Т-числа $\{\gamma\}$ для значень лінгвістичної змінної «Величина параметру»: | | | | |
|----------|--|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | «Дуже низький» | «Низький» | «Середній» | «Високий» | «Дуже високий» |
| X_1 | $(-\infty, -\infty, 0.2)$ | $(0.1, 0.2, 0.25, 0.3)$ | $(0.25, 0.3, 0.45, 0.5)$ | $(0.45, 0.5, 0.6, 0.7)$ | $(0.6, 0.7, \infty, \infty)$ |
| X_2 | $(-\infty, -\infty, -0.005, 0)$ | $(-0.005, 0, 0.09, 0.11)$ | $(0.09, 0.11, 0.3, 0.35)$ | $(0.3, 0.35, 0.45, 0.5)$ | $(0.45, 0.5, \infty, \infty)$ |
| X_3 | $(-\infty, -\infty, 0.5, 0.6)$ | $(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)$ | $(0.7, 0.8, 0.9, 1)$ | $(0.9, 1, 1.3, 1.5)$ | $(1.3, 1.5, \infty, \infty)$ |
| X_4 | $(-\infty, -\infty, 0.02, 0.03)$ | $(0.02, 0.03, 0.08, 0.1)$ | $(0.08, 0.1, 0.3, 0.35)$ | $(0.3, 0.35, 0.5, 0.6)$ | $(0.5, 0.6, \infty, \infty)$ |
| X_5 | $(-\infty, -\infty, 0.12, 0.14)$ | $(0.12, 0.14, 0.18, 0.2)$ | $(0.18, 0.2, 0.3, 0.4)$ | $(0.3, 0.4, 0.5, 0.8)$ | $(0.5, 0.8, \infty, \infty)$ |
| X_6 | $(-\infty, -\infty, 0, 0)$ | $(0, 0, 0.006, 0.01)$ | $(0.006, 0.01, 0.06, 0.1)$ | $(0.06, 0.1, 0.225, .4)$ | $(0.225, 0.4, \infty, \infty)$ |

Етап 6 - 7 (Оцінка та класифікація рівня показників).

| Показник | Т-числа $\{\gamma\}$ для значень лінгвістичної змінної «Величина параметру»: | | | | |
|----------|--|-----------|------------|-----------|----------------|
| | «Дуже низький» | «Низький» | «Середній» | «Високий» | «Дуже високий» |
| B_1 | 0 | 0 | 0.4 | 0.6 | 0 |
| B_2 | 0 | 0.8 | 0.2 | 0 | 0 |
| B_3 | 0. | 0.5 | 0.5 | 0 | 0 |
| B_4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| B_5 | 0 | 0 | 0.9 | 0.1 | 0 |
| B_6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Етап 8 (Оцінка степені ризику).

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

де

$$g_j = 0.9 - 0.2 * (j - 1) \quad (2)$$

Етап 9 (Лінгвістичне розпізнавання).

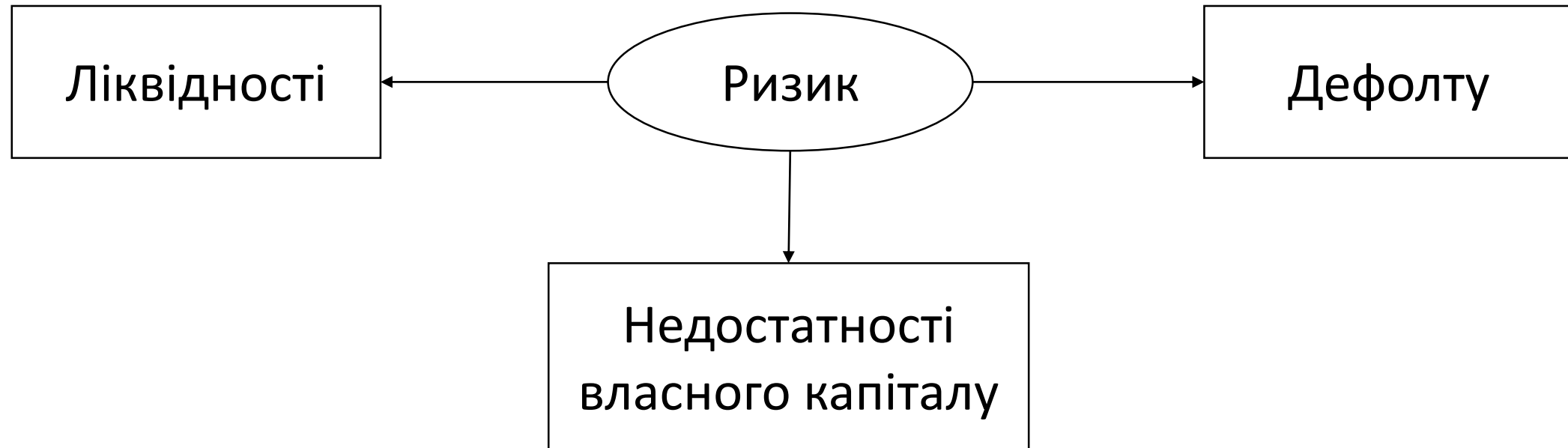
Класифікуємо отримане значення степені ризику згідно функцій належності відповідних нечітких підмножин. Результатом класифікації є лінгвістичні описи степені ризику банкрутства і степені впевненості експерта в правильності його класифікації.

| | незначний | низький | середній | високий | найвищий |
|---|-----------|---------|----------|---------|----------|
| G | 0 | 0 | 0.75 | 0.25 | 0 |

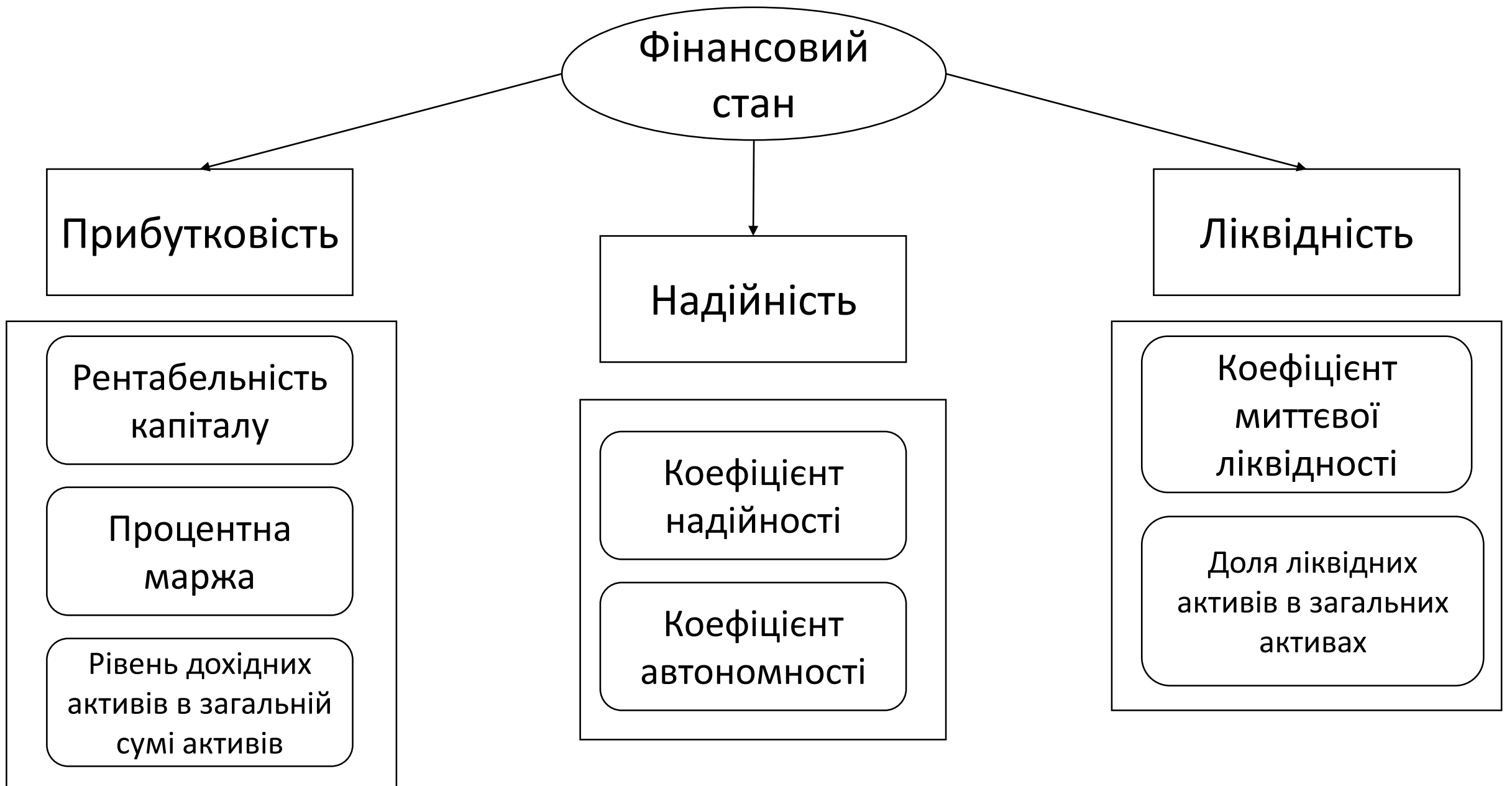
Аналіз ризику банкрутства українських банків

Дослідження проводились в період з 2007 по 2014 роки. Було обрано три українських банки:

1. ПАТ КБ «ПРИВАТБАНК»
2. ПАТ «КБ «НАДРА»»
3. ПАТ «ПЕРШИЙ УКРАЇНСЬКИЙ МІЖНАРОДНИЙ БАНК»



Вибір показників



Вікно опису лінгвістичної змінної

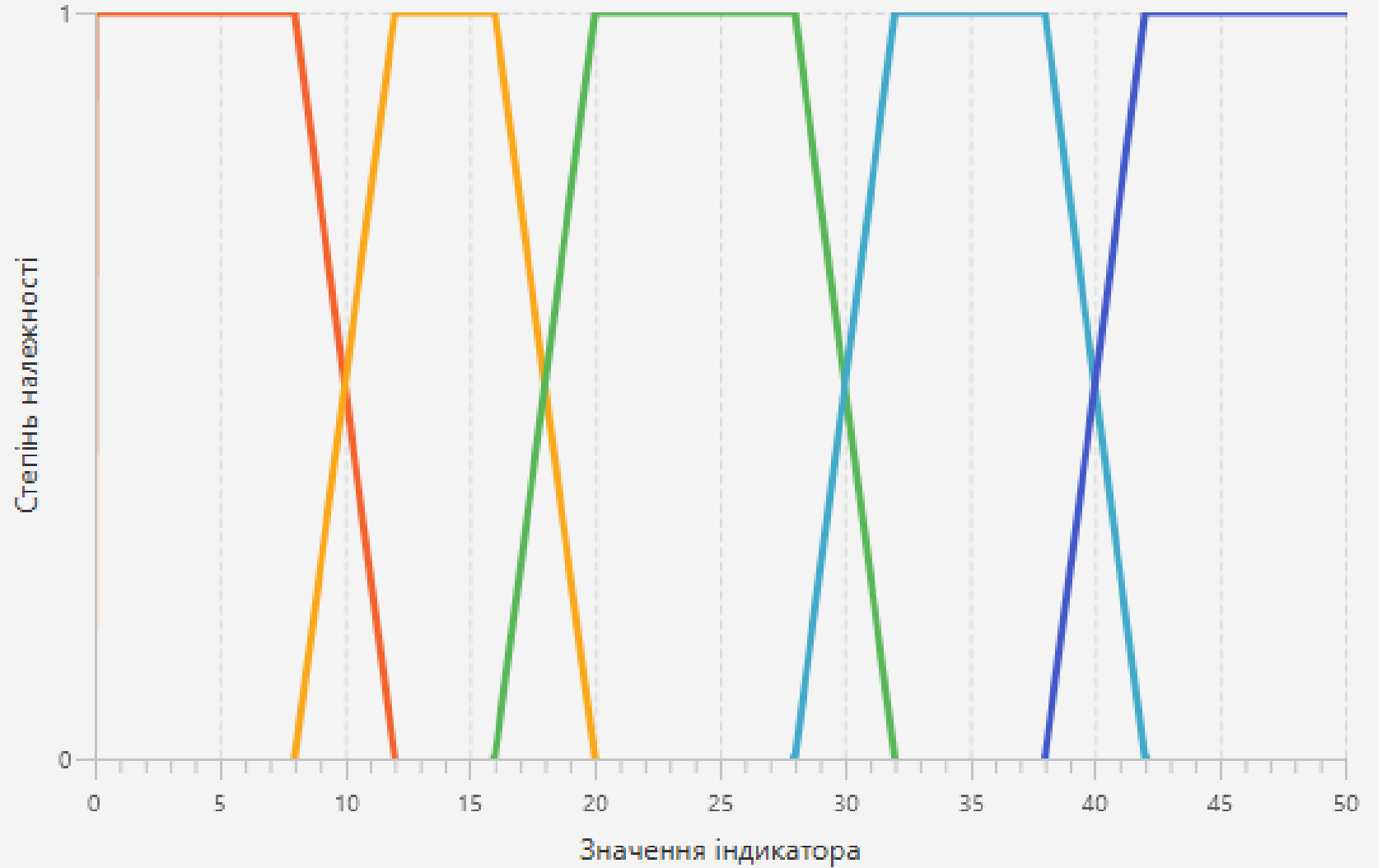
| Якісна оцінка | Функція належності | Тип функції належності |
|------------------|--|---|
| Дуже низький | <input type="text" value="0,0,1,2"/> | <input type="text" value="Трапецеподібна"/> |
| Низький | <input type="text" value="1,2,3,4"/> | <input type="text" value="Трапецеподібна"/> |
| Нормальний | <input type="text" value="3,4,5,6"/> | <input type="text" value="Трапецеподібна"/> |
| Високий | <input type="text" value="5,6,7,8"/> | <input type="text" value="Трапецеподібна"/> |
| Дуже високий | <input type="text" value="7,8,9,120"/> | <input type="text" value="Трапецеподібна"/> |
| Назва показника | <input type="text"/> | |
| Поточне значення | <input type="text"/> | |
| Вага показника | <input type="text"/> | |

Графічне представлення опису лінгвістичної змінної

Мінімум:

Максимум:

Перемалювати

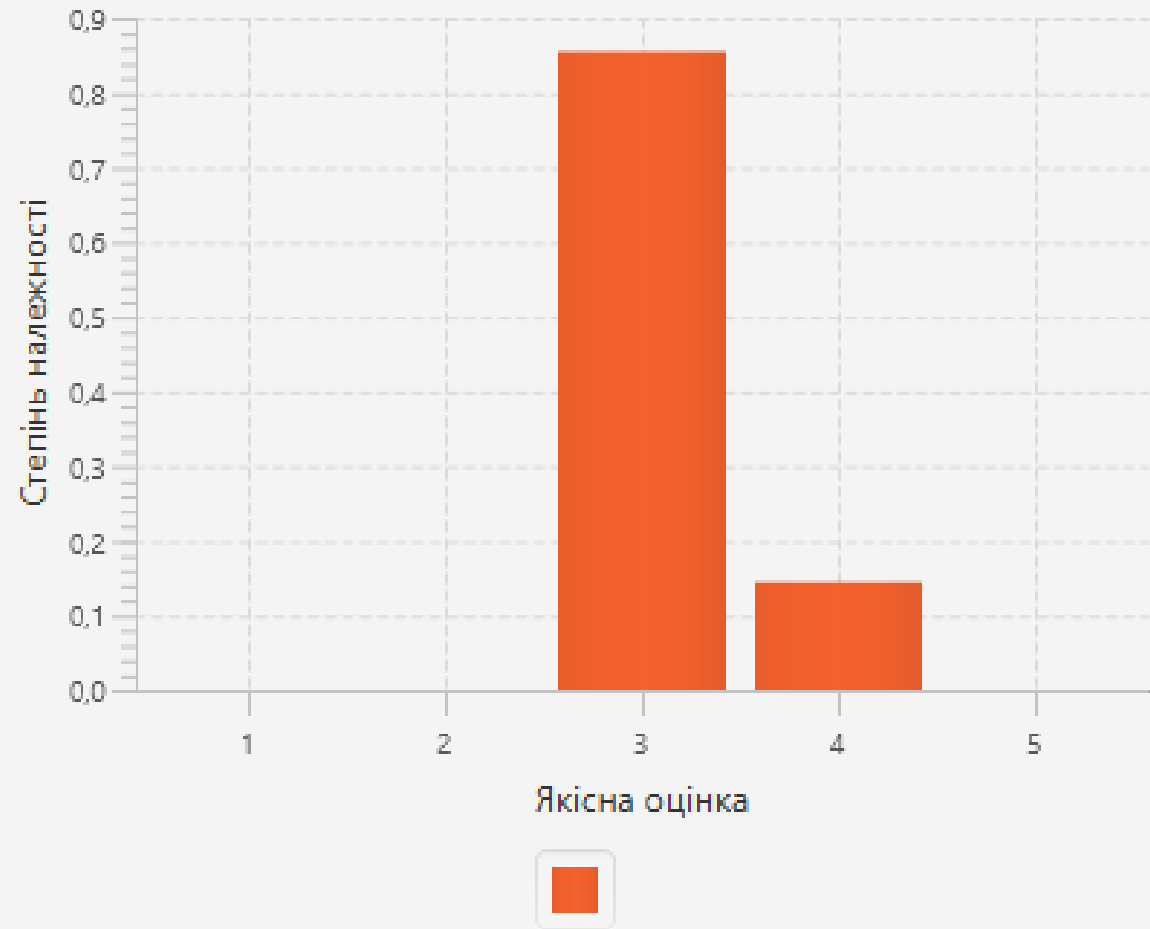


00000

Результат оцінки ризику банкрутства

Ризик банкрутства:

| | |
|---|------|
| 1. Граничний ризик банкрутства: | 0.0 |
| 2. Ступінь ризику банкрутства висока: | 0.0 |
| 3. Ступінь ризику банкрутства середня: | 0.86 |
| 4. Ступінь ризику банкрутства низька: | 0.14 |
| 5. Ступінь ризику банкрутства незначна: | 0.0 |
| Значення: | 0.44 |



Оцінка ризику банкрутства «ПРИВАТБАНК»

| Рік | Якісна оцінка степені ризику банкрутства | Степінь впевненості в якісній оцінці | Значення комплексного показника ризику |
|------|--|--------------------------------------|--|
| 2007 | Середній | 0.68 | 0.42 |
| | Низький | 0.32 | |
| 2008 | Середній | 1.0 | 0.48 |
| 2009 | Середній | 0.67 | 0.42 |
| | Низький | 0.33 | |
| 2010 | Середній | 0.89 | 0.44 |
| | Низький | 0.11 | |
| 2011 | Середній | 1.0 | 0.46 |
| 2012 | Низький | 0.16 | 0.43 |
| | Середній | 0.84 | |
| 2013 | Середній | 1.0 | 0.48 |
| 2014 | Середній | 1.0 | 0.54 |

Оцінка ризику банкрутства «НАДРА»

| Рік | Якісна оцінка степені ризику банкрутства | Степінь впевненості в якісній оцінці | Значення комплексного показника ризику |
|------|--|--------------------------------------|--|
| 2007 | Середній | 1.0 | 0.47 |
| 2008 | Високий | 1.0 | 0.71 |
| 2009 | Найвищий | 0.59 | 0.81 |
| | Високий | 0.41 | |
| 2010 | Високий | 1.0 | 0.69 |
| 2011 | Високий | 1.0 | 0.67 |
| 2012 | Високий | 1.0 | 0.67 |
| 2013 | Високий | 1.0 | 0.7 |
| 2014 | Найвищий | 0.6 | 0.81 |
| | Високий | 0.4 | |

Фінансовий стан банку «НАДРА» за 2014 рік

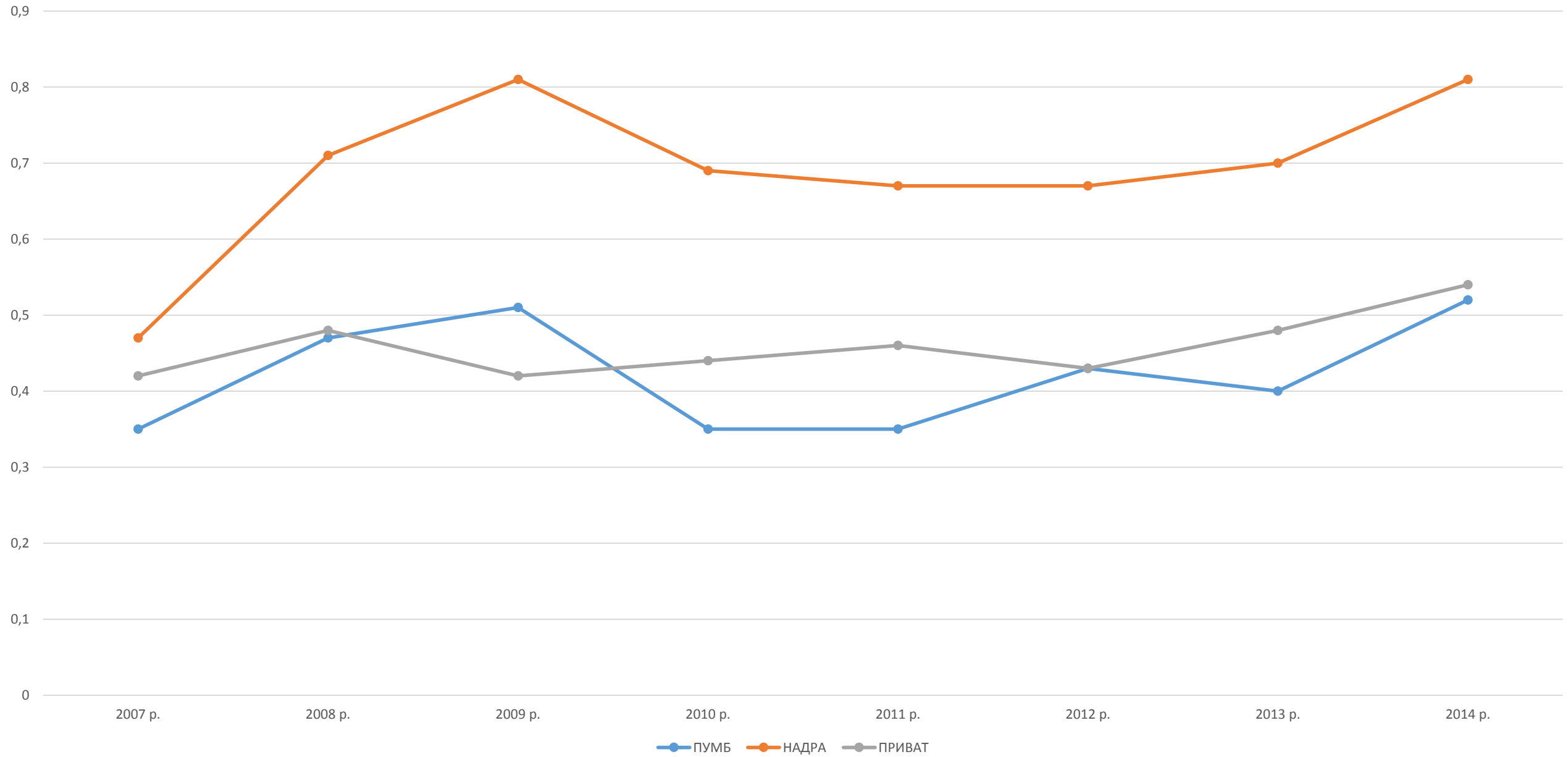
| Квартал | Якісна оцінка степені ризику банкрутства | Степінь впевненості в якісній оцінці | Значення комплексного показника ризику |
|---------|--|--------------------------------------|--|
| 1 | Високий | 1.0 | 0.71 |
| 2 | Найвищий | 0.2 | 0.77 |
| | Високий | 0.8 | |
| 3 | Найвищий | 0.15 | 0.76 |
| | Високий | 0.85 | |
| 4 | Найвищий | 0.6 | 0.81 |
| | Високий | 0.4 | |

Оцінка ризику банкрутства «ПУМБ»

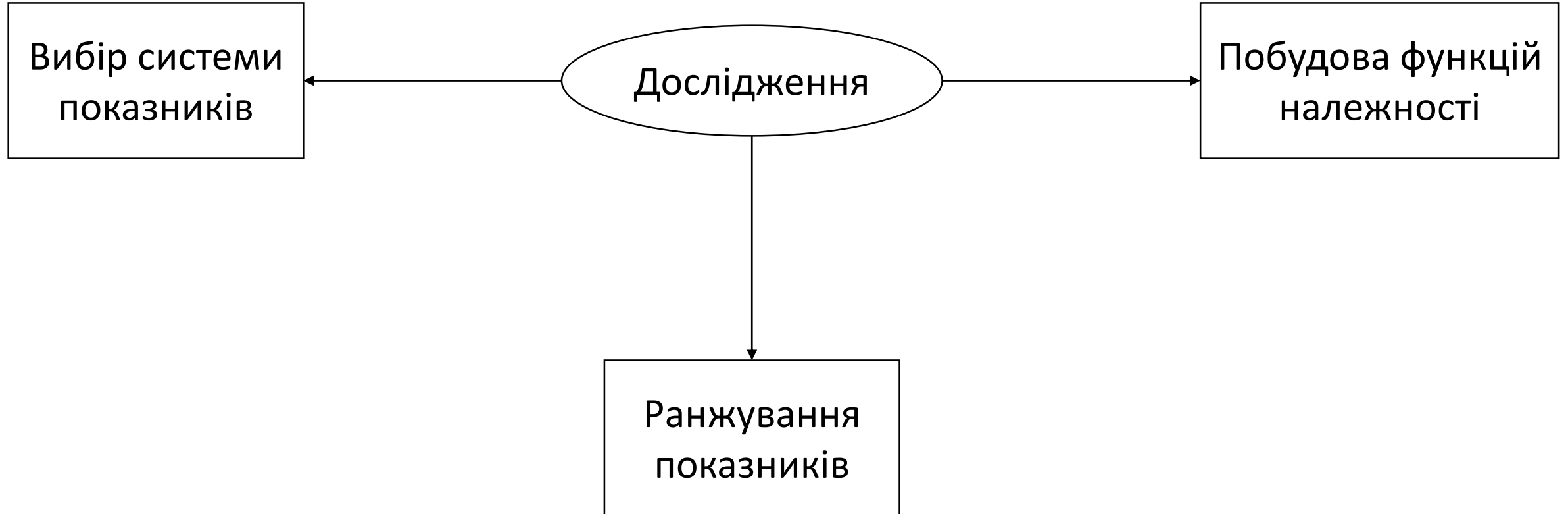
| Рік | Якісна оцінка степені ризику банкрутства | Степінь впевненості в якісній оцінці | Значення комплексного показника ризику |
|------|--|--------------------------------------|--|
| 2007 | Середній | 0.05 | 0.35 |
| | Низький | 0.95 | |
| 2008 | Середній | 1.0 | 0.47 |
| 2009 | Середній | 1.0 | 0.51 |
| 2010 | Низький | 1.0 | 0.35 |
| 2011 | Середній | 0.03 | 0.35 |
| | Низький | 0.97 | |
| 2012 | Середній | 0.8 | 0.43 |
| | Низький | 0.2 | |
| 2013 | Середній | 0.45 | 0.4 |
| | Низький | 0.55 | |
| 2014 | Середній | 1.0 | 0.52 |

Оцінка ризику банкрутства банків

Ризик банкрутства



Як покращити отримані результати? Подальші дослідження



Дякую за увагу!

Метод Альтмана і його модифікації

- Рівняння гіперплощини в просторі показників, що відділяє успішні підприємства від банкрутів:

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

- Рівняння гіперплощини для економіки США в 1968 році:

$$Z = 1.2K_1 + 1.4K_2 + 3.3K_3 + 0.6K_4 + 1.0K_5 \quad (2)$$

$$K_1 = \frac{\text{власний оборотний капітал}}{\text{сума активів}}$$

$$K_2 = \frac{\text{нерозподілений прибуток}}{\text{сума активів}}$$

$$K_3 = \frac{\text{прибуток до виплати процентів}}{\text{сума активів}}$$

$$K_4 = \frac{\text{ринкова вартість власного капіталу}}{\text{позиковий капітал}}$$

$$K_5 = \frac{\text{об'єм продажу}}{\text{сума активів}}$$

- Інтервальна оцінка Альтмана: при $Z < 1.81$ – висока ймовірність банкрутства, при $Z > 2.67$ – низька ймовірність банкрутства.

Якісний аналіз Аргенті

Припущення:

- Йде процес, що веде до банкрутства
- Процес для свого завершення потребує кілька років
- Процес може бути розділеним на три стадії: недоліки, помилки та симптоми.

| <i>Недоліки</i> | <i>Ваш бал</i> | <i>Бал згідно Аргенті</i> |
|--|----------------|---------------------------|
| <i>Відсутність бюджетного контролю</i> | 3 | 3 |

| <i>Помилки</i> | <i>Ваш бал</i> | <i>Бал згідно Аргенті</i> |
|--|----------------|---------------------------|
| <i>Занадто висока доля позикового капіталу</i> | 0 | 15 |

| <i>Симптоми</i> | <i>Ваш бал</i> | <i>Бал згідно Аргенті</i> |
|---|----------------|---------------------------|
| <i>Погіршення фінансових показників</i> | 4 | 4 |

Матричний метод Недосекіна О.О.

- Заде визначає **лінгвістичну** змінну:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle,$$

ω – назва змінної

T – терм-множина (сукупність лінгвістичних значень)

U – носій

G – синтаксичне правило, що породжує терми множини T .

M – семантичне правило, яке кожному лінгвістичному значенню ставить у відповідність його сенс.

Фінансові показники банку «ПРИВАТБАНК»

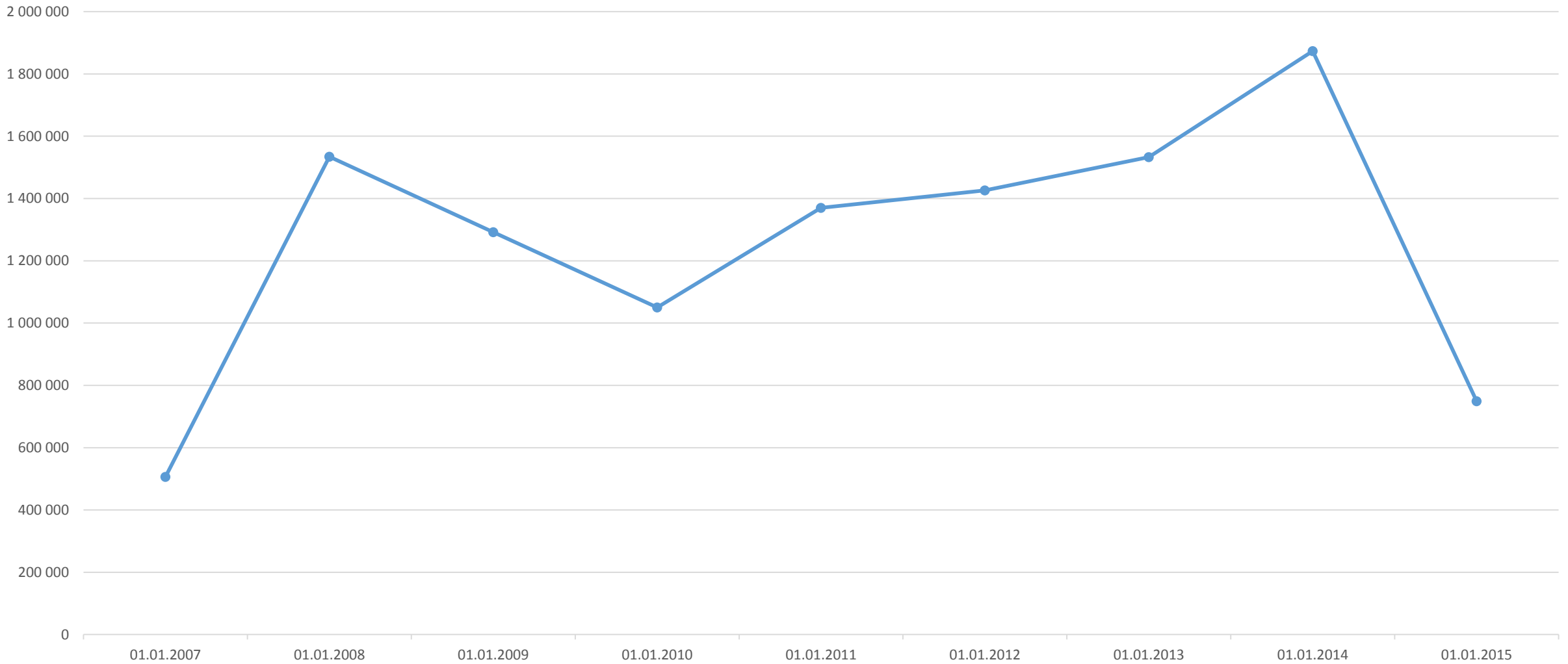
| Рік | Рентабельність капіталу, % | Коефіцієнт надійності, % | Коефіцієнт автономії, % | Коефіцієнт рівня дохідних активів, % |
|------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 2007 | 35.36 | 10.60 | 9.59 | 68.5 |
| 2008 | 19.02 | 11.39 | 10.22 | 81.25 |
| 2009 | 11.38 | 13.55 | 11.93 | 72.59 |
| 2010 | 12.38 | 11.70 | 10.47 | 76.25 |
| 2011 | 9.96 | 13.05 | 11.54 | 70.19 |
| 2012 | 8.75 | 11.87 | 10.61 | 52.17 |
| 2013 | 9.70 | 10.46 | 9.47 | 56.19 |
| 2014 | 3.48 | 12.48 | 11.01 | 68.23 |

Фінансові показники банку «ПРИВАТБАНК»

| Рік | Доля високоліквідних активів в робочих, % | Коефіцієнт миттєвої ліквідності, % | Процентна маржа, % |
|------|---|------------------------------------|--------------------|
| 2007 | 21.79 | 21.77 | 7.59 |
| 2008 | 14.32 | 14.93 | 6.3 |
| 2009 | 18.73 | 19.05 | 9.6 |
| 2010 | 19.50 | 20.72 | 6.25 |
| 2011 | 18.04 | 17.41 | 6.82 |
| 2012 | 24.98 | 19.24 | 6.59 |
| 2013 | 23.83 | 19.13 | 6.08 |
| 2014 | 17.38 | 15.52 | 6.35 |

Чисті прибутки банку «ПРИВАТБАНК»

Чисті прибутки



| Показник | Дуже низький | Низький | Нормальний | Високий | Дуже високий | Значен... | Вага |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|---------------|
| Рент. капіталу | -999.0, -999.0, -50.0,... | -50.0, -40.0, -0.5, 0.5 | -0.5, 0.5, 2.5, 3.5 | 2.5, 3.5, 5.5, 6.5 | 5.5, 6.5, 900.0, 900.0 | 3.4832 | 0.25 |
| Процентна маржа | -10.0, -10.0, 0.0, 1.0 | 0.0, 1.0, 3.0, 4.0 | 3.0, 4.0, 6.0, 7.0 | 6.0, 7.0, 10.0, 12.0 | 10.0, 12.0, 100.0, 100.0 | 6.35 | 0.21428571... |
| Миттєва ліквідність | 0.0, 0.0, 10.0, 12.0 | 10.0, 12.0, 18.0, 20.0 | 18.0, 20.0, 23.0, 25.0 | 23.0, 25.0, 30.0, 35.0 | 30.0, 35.0, 100.0, 100.0 | 15.52 | 0.17857142... |
| Коеф. надійності | 0.0, 0.0, 8.0, 12.0 | 8.0, 12.0, 16.0, 20.0 | 16.0, 20.0, 28.0, 32.0 | 28.0, 32.0, 38.0, 42.0 | 38.0, 42.0, 100.0, 100.0 | 12.48 | 0.14285714... |
| Коеф. автономії | 0.0, 0.0, 7.0, 9.0 | 7.0, 9.0, 11.0, 13.0 | 11.0, 13.0, 14.0, 16.0 | 14.0, 16.0, 20.0, 22.0 | 20.0, 22.0, 100.0, 100.0 | 11.09 | 0.10714285... |
| Високоліквідні / роб.Акт... | 0.0, 0.0, 10.0, 12.0 | 10.0, 12.0, 18.0, 20.0 | 18.0, 20.0, 23.0, 25.0 | 23.0, 25.0, 35.0, 40.0 | 35.0, 40.0, 100.0, 100.0 | 17.38 | 0.07142857... |
| Рівень дохідності активів | 0.0, 0.0, 57.0, 63.0 | 57.0, 63.0, 68.0, 72.0 | 68.0, 72.0, 78.0, 82.0 | 78.0, 82.0, 88.0, 92.0 | 88.0, 92.0, 100.0, 100.0 | 68.23 | 0.03571428... |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Розподіл ваг показників:

За правилом Фішберна

Графік показника

Перемістити в верх

Додати показник

Редагувати показник

Видалити покзаник

Перемістити вниз

Обчислити ризик банкрутства

Фінансові показники банку «НАДРА»

| Рік | Рентабельність капіталу, % | Коефіцієнт надійності, % | Коефіцієнт автономії, % | Коефіцієнт рівня дохідних активів, % |
|------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 2007 | 22.64 | 9.00 | 8.26 | 69.05 |
| 2008 | 1.44 | 6.40 | 6.02 | 74.88 |
| 2009 | -117.91 | 1.95 | 1.91 | 87.36 |
| 2010 | 0.99 | 2.14 | 2.09 | 84.52 |
| 2011 | 0.09 | 17.74 | 15.07 | 76.40 |
| 2012 | 0.03 | 17.03 | 14.56 | 67.93 |
| 2013 | 0.06 | 14.89 | 12.96 | 74.07 |
| 2014 | -28.07 | 10.42 | 9.44 | 76.32 |

Чисті прибутки банку «НАДРА»

Чисті прибутки



Фінансові показники банку «НАДРА»

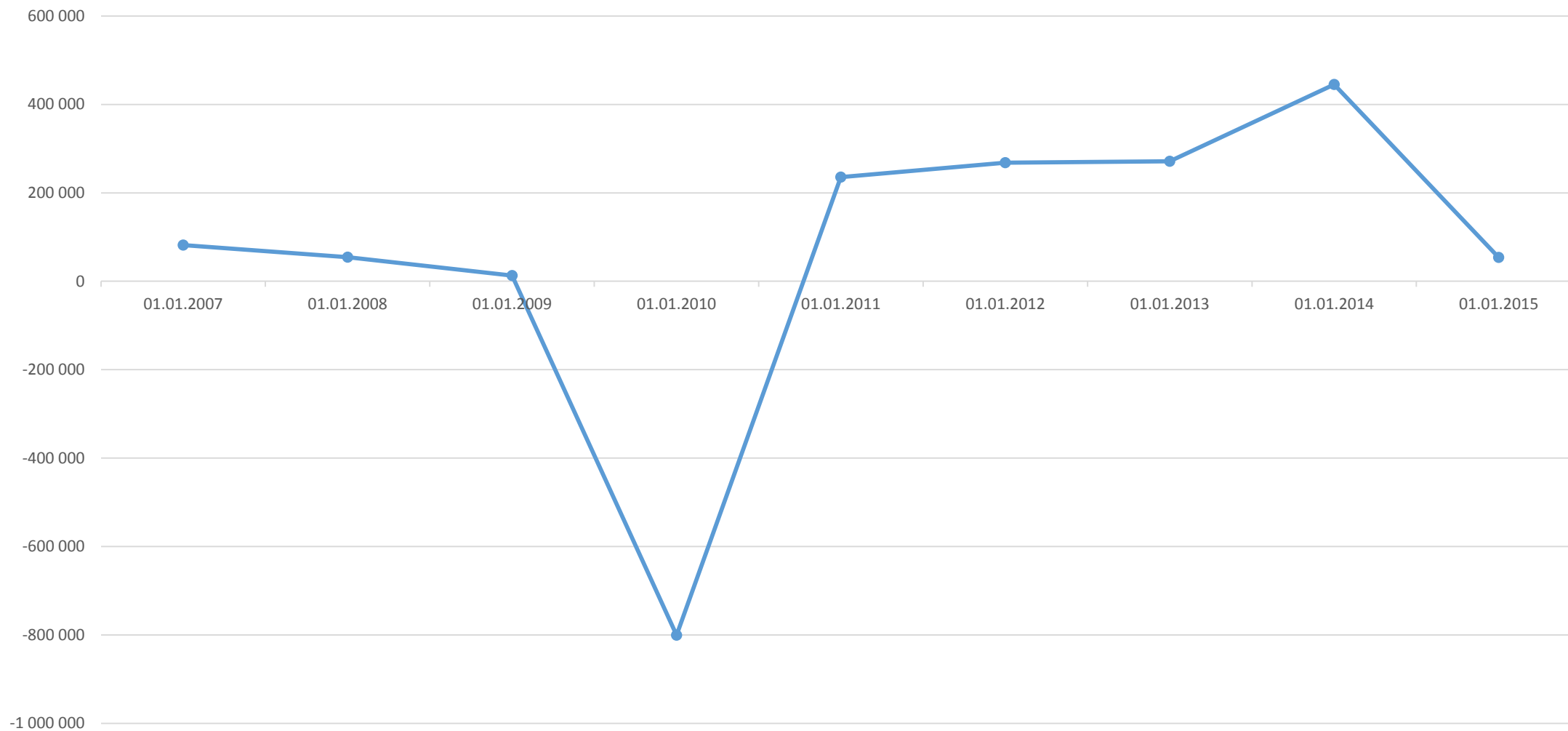
| Рік | Доля високоліквідних активів в робочих, % | Коефіцієнт миттєвої ліквідності, % | Процентна маржа, % |
|------|---|------------------------------------|--------------------|
| 2007 | 24.66 | 20.20 | 5.17 |
| 2008 | 9.37 | 8.47 | 4.99 |
| 2009 | 3.40 | 3.18 | 6.07 |
| 2010 | 6.34 | 5.95 | 6.26 |
| 2011 | 17.08 | 18.03 | -1.47 |
| 2012 | 12.01 | 10.62 | 1.12 |
| 2013 | 10.37 | 10.00 | 0.95 |
| 2014 | 2.95 | 2.56 | -1.75 |

Фінансові показники банку «ПУМБ»

| Рік | Рентабельність капіталу, % | Коефіцієнт надійності, % | Коефіцієнт автономії, % | Коефіцієнт рівня дохідних активів, % |
|------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 2007 | 3.44 | 18.74 | 15.78 | 64.53 |
| 2008 | 0.46 | 20.92 | 17.30 | 73.57 |
| 2009 | -26.19 | 17.79 | 15.10 | 63.00 |
| 2010 | 8.59 | 18.70 | 15.75 | 68.67 |
| 2011 | 7.79 | 13.07 | 11.56 | 57.29 |
| 2012 | 6.57 | 17.55 | 14.93 | 63.54 |
| 2013 | 10.03 | 16.29 | 14.01 | 65.01 |
| 2014 | 1.17 | 15.14 | 13.10 | 72.70 |

Чисті прибутки банку «ПУМБ»

Чисті прибутки банку «ПУМБ»



Фінансові показники банку «ПУМБ»

| Рік | Доля високоліквідних активів в робочих, % | Коефіцієнт миттєвої ліквідності, % | Процентна маржа, % |
|------|---|------------------------------------|--------------------|
| 2007 | 36.55 | 35.38 | 4.14 |
| 2008 | 23.01 | 23.37 | 4.60 |
| 2009 | 28.22 | 28.47 | 6.07 |
| 2010 | 36.68 | 23.93 | 6.17 |
| 2011 | 50.89 | 33.67 | 6.09 |
| 2012 | 32.94 | 16.49 | 5.53 |
| 2013 | 32.07 | 18.58 | 7.42 |
| 2014 | 23.03 | 14.67 | 7.91 |