

УДК 336.713

## Застосування апарату нечіткої логіки для оцінки рівня банківського ризику

**Прімерова О.К.**

кандидат економічних наук,  
доцент кафедри фінансів

Національного університету «Києво-Могилянська академія»

**Кісельова Г.А.**

бакалавр з фінансів

Національного університету «Києво-Могилянська академія»

Стаття посвячена питанням застосування апарату нечіткої логіки для побудови моделі, що дозволяє оцінити рівень ризику комерційних банків України. В процесі дослідження було побудовано модель залежності рівня загального ризику банку від чотирьох факторів – прибутку на одиницю активів, миттєвої ліквідності, адекватності капіталу, процентної маржі. Запропонований у статті підхід дає можливість оцінити сукупний банківський ризик на основі відносних показників діяльності комерційних банків, що є більш репрезентативними показниками, ніж абсолютні величини. Обґрунтовано, що використання методу нечіткої логіки хоч і не є альтернативою традиційним методам, проте дає можливість розширити інструментарій аналізу діяльності банківських установ.

**Ключові слова:** нечітка логіка, математична модель, оцінка, ризик, комерційний банк.

Примерова Е.К., Киселева А.А. ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ БАНКОВСКОГО РИСКА

Стаття посвячена вопросам применения аппарата нечеткой логики для построения модели, позволяющей оценить уровень риска коммерческих банков Украины. В процессе исследования была построена модель зависимости уровня совокупного риска банка от четырех факторов – прибыли на единицу активов, мгновенной ликвидности, адекватности капитала, процентной маржи. Предложенный в статье подход дает возможность оценить совокупный банковский риск на основе относительных показателей деятельности коммерческих банков, что являются более репрезентативными показателями, чем абсолютные величины. Обосновано, что использование метода нечеткой логики хотя и не является альтернативой традиционным методам, однако дает возможность расширить инструментальный анализа деятельности банковских учреждений.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, математическая модель, оценка, риск, коммерческий банк.

Primierova O.K., Kiselova H.A. APPLYING FUZZY LOGIC TO BANK RISK ASSESSMENT

The article is devoted to the application of fuzzy logic methods for constructing a model that allows assessing the level of risk of commercial banks in Ukraine. As a result of research the model of overall bank risk was formulated. This model shows dependence of bank risk of four main factors: return on assets, liquidity, capital adequacy, percentage margin. The proposed in article approach enables to estimate the total bank risk based on relative ratios of commercial banks, which are more representative indicators than absolute values. It was proved that the using of fuzzy logic method is not an alternative to traditional methods, but provides an opportunity to expand the instruments of analysis of banking institutions.

**Keywords:** fuzzy logic, mathematical model, evaluation, risk, commercial bank.

**Постановка проблеми.** Банківська система в значній мірі впливає не тільки на ефективність функціонування фінансової системи, але й на соціально-економічний розвиток країни. Неefективна діяльність банків може призвести до втрат, кризи і створити негативний вплив на стан економіки та добробут населення країни. Світова фінансово-економічна криза 2008 року довела, що стан економічної системи країни нерозривно пов'язаний зі станом банківської системи. Наслідки цієї кризи показали необхідність переосмислення під-

ходів щодо оцінки й управління ризиками, а також визначення ймовірності наближення кризових явищ з метою прийняття заходів для їх можливого попередження.

Складна соціально-економічна ситуація, що виникла в Україні у зв'язку зі зростанням зовнішніх та внутрішніх ризиків, фінансовою нестабільністю, інформаційною асиметрією та викривленням показників діяльності, у значній мірі впливає на фінансову стійкість та ефективність функціонування банківських установ. Відповідно, доцільними завданнями є форму-

вання нових підходів до збору інформації про діяльність комерційних банків та розробка економіко-математичних методів і моделей, які дозволяють провести системний аналіз їх діяльності. У цих умовах виникає потреба в застосуванні поряд із традиційними статистичними підходами, інших нестандартних методів аналізу, що базуються на отриманні якісних оцінок даних і здійсненні розрахунків на цій основі. Одним з методів інтелектуальних технологій аналізу даних є застосування апарату нечіткої логіки, що може бути використаний при обробленні економічних показників діяльності банків та оцінки рівня банківського ризику.

**Аналіз останніх досліджень.** Питанням оцінки ймовірності настання кризових явищ у фінансовому секторі присвячено роботи багатьох українських та зарубіжних вчених, зокрема, П. Кругмана, Дж. Стігліца, В. Гейця, В. Вітлінського, І. Лук'яненка, Т. Клебанової, та інших. Значний внесок у дослідження стійкості банківської системи України зробили такі вчені, як О. Барановський, І. Гумен, Л. Кривенко, Є. Кузьменко, А. Незнамова та інші. Проте недостатньо поширеним залишається використання нестандартних інтелектуальних технологій для аналізу діяльності банківських установ. Метою даної статті є застосування апарату нечіткої логіки для побудови моделі, що дозволяє оцінити рівень ризику комерційних банків України.

**Виклад основного матеріалу.** Зважаючи на те, що ризик є невід'ємною складовою банківської діяльності, дослідження ризиків у банківській сфері стає надзвичайно актуальним питанням у сучасних умовах розвитку економіки. У розрізі даного дослідження було побудовано модель, що дозволяє оцінити рівень банківського ризику того чи іншого комерційного банку. Основним інструментарієм даного дослідження є апарат нечіткої логіки. Такий інструментарій обрано в якості математичного підґрунтя, бо він дозволяє формувати модель з урахуванням специфіки української банківської системи, не накладає обмежень на характер вхідної інформації, налаштовує параметри моделі на реальних показниках діяльності як стійких банків, так і банків-банкрутів. Побудова даної моделі здійснюватиметься за допомогою програми «MatLab». Статистичною базою стали дані, зібрані на сайті Асоціації українських банків [1].

Апарат нечіткої логіки (fuzzy logic) є на сьогодні одним з найбільш перспективних напрямів наукових досліджень в області аналізу,

прогнозування і моделювання економічних явищ і процесів [2, с. 168]. Математичний апарат теорії нечіткої логіки дає можливість формалізувати залежності практично будь-якої складності, параметри у нечітких моделях можуть бути різнотипними, для опису залежностей між параметрами використовується природна мова, нечіткі моделі мають високу здатність адаптації до експертних даних [3, с. 81]. Застосування апарату нечіткої логіки передбачає наступні чотири етапи:

1. Визначення експертом найважливіших показників для дослідження.

2. Визначення множини лінгвістичних значень вхідних даних і вихідної змінної.

3. Побудова функцій належності – класифікація рівнів усіх показників, визначення термів кожного вхідного та вихідного показника.

4. Формування набору правил – механізму прийняття рішень, що спрогнозує значення результуючої змінної.

Основними показниками, що були обрані для проведення даного дослідження та впливають на загальний банківський ризик є прибуток на одиницю активів (*ROA*), миттєва ліквідність (*Liquidity*), адекватність капіталу (*Adequacy of capital*), процентна маржа (*Percentage Margin*). Після цього було побудовано функції належності та визначення термів для кожної з зазначеної змінної. Так, для показника *ROA* визначено терми *low*, *normal*, *good* та, відповідно, виокремлено три множини значень (рис. 1а):

- низька прибутковість на актив (*low*) – прибутковість менше 1%;
- нормальна прибутковість на актив (*normal*) – прибутковість від 1 до 5 %;
- хороша прибутковість на актив (*good*) – прибутковість більше 5%.

Для побудови функцій належності було обрано дві сигмоїдні та одну десигмоїдну функції. Сигмоїдна функція є відкритою на кінці, тому вона підходить для термів *low* і *good* (оскільки немає меж для низького та високого показника прибутковості на актив). Десигмоїдна функція є закритою, тому підходять для терму *normal* (прибутковість від 1 до 5 %).

Для наступного показника – *Liquidity* було також визначаємо відповідні терми *low*, *normal*, *good* та виокремлюємо три множини значень (рис. 1б):

- низька миттєва ліквідність (*low*) – менше 15%;
- нормальна миттєва ліквідність (*normal*) – від 15 до 20 %;

- хороша миттєва ліквідність (good) – більше 20%.

Для показника Adequacy of capital визначено терми *inappropriate*, *appropriate*, *high* та також виокремлено три множини значень (рис. 2а):

- Незадовільна адекватність капіталу (*inappropriate*) – менше 10%;
- Задовільна адекватність капіталу (*appropriate*) – від 10 до 15 %;
- Високий рівень адекватності капіталу (*high*) – більше 15%.

Для останнього показника Percentage Margin визначено терми *low*, *medium*, *high* та виокремлюємо відповідні три множини значень (рис. 2б):

- Низький рівень процентної маржі (*low*) – менше 5%;

- Середній рівень процентної маржі (*medium*) – від 5 до 10 %;
- Високий рівень процентної маржі (*high*) – більше 10%.

Для результуючої змінної Risk також було визначено відповідні терми *low level*, *medium level*, *high level* та сформовано три множини значень (рис. 3):

- Низький рівень ризику (*low level*) – менше 0,25;
- Середній рівень ризику (*medium level*) – від 0,25 до 0,75 %;
- Високий рівень ризику (*high level*) – більше 0,75%.

Наступний етап побудови моделі – це формування набору правил. На основі правил було створено механізм прийняття рішень, що прогнозує значення результуючої змін-

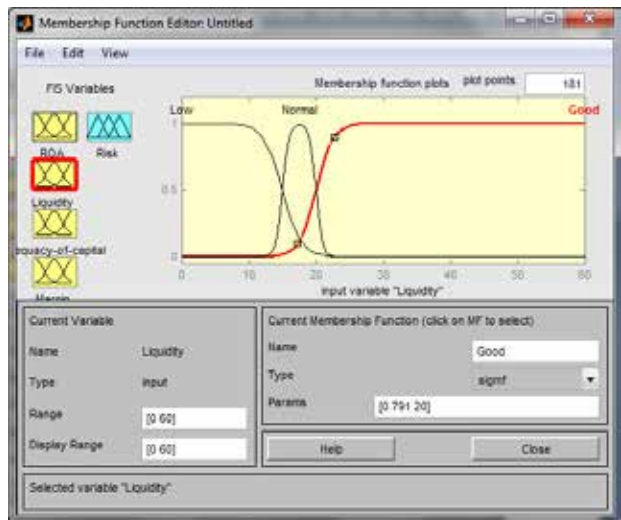
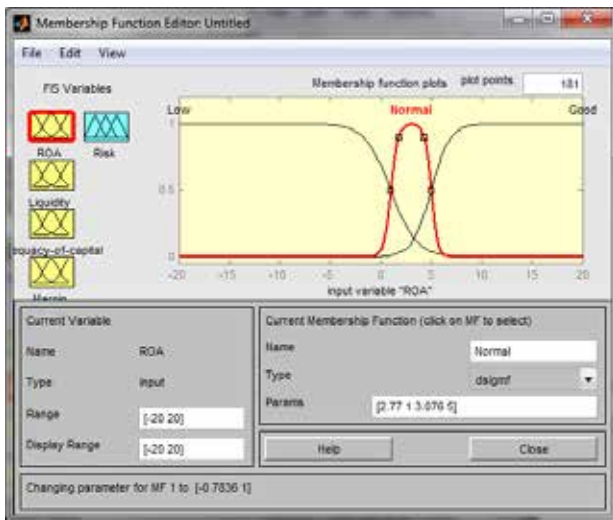


Рис. 1. Побудова функцій належності для змінних моделі  
а) ROA б) Liquidity

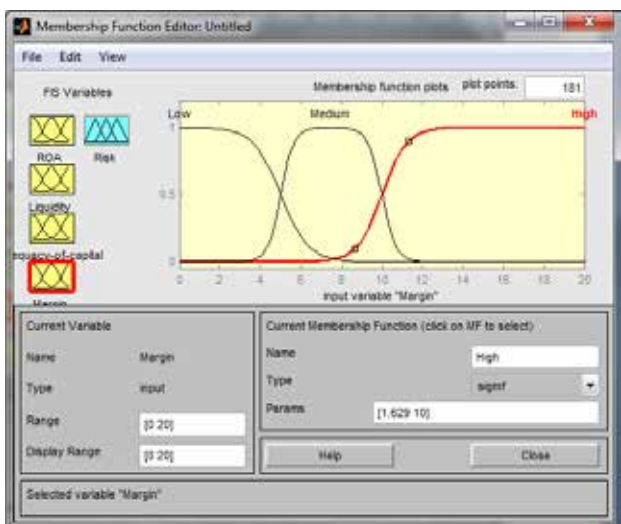
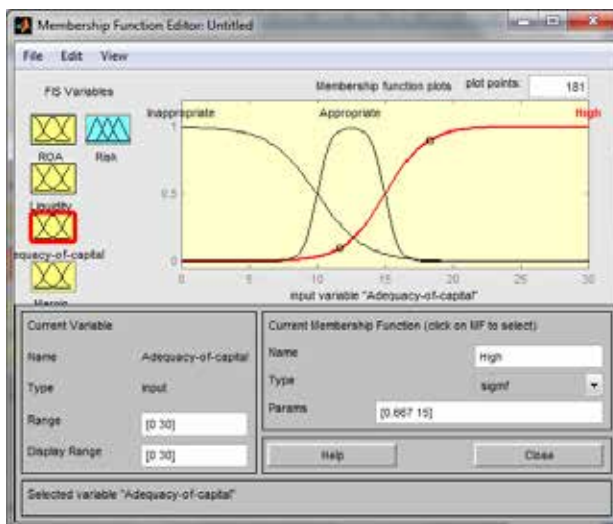
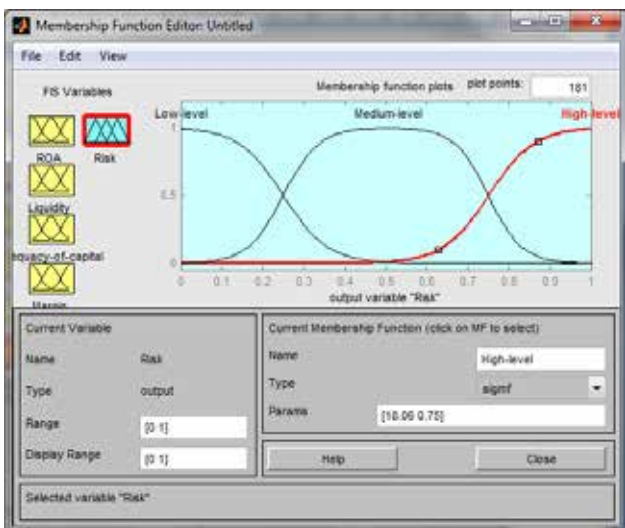


Рис. 2. Побудова функцій належності для змінних моделі  
а) Adequacy of capital б) Percentage Margin



**Рис. 3. Побудова функцій належності для результуючої змінної Risk**

ної. Було сформульовано десять правил, за якими працює дана модель:

1) якщо прибутковість на актив низька, ліквідність низька, адекватність капіталу незадовільна, низький рівень процентної маржі, то рівень ризику високий;

2) якщо прибутковість на актив нормальна, ліквідність нормальна, адекватність капіталу задовільна, середній рівень процентної маржі, то рівень ризику середній;

3) якщо прибутковість на актив хороша, ліквідність хороша, адекватність капіталу висока, високий рівень процентної маржі, то рівень ризику низький;

4) якщо прибутковість на актив хороша, ліквідність хороша, адекватність капіталу задовільна, середній рівень процентної маржі, то рівень ризику низький;

5) якщо прибутковість на актив нормальна, ліквідність нормальна, адекватність капіталу висока, високий рівень процентної маржі, то рівень ризику низький;

6) якщо прибутковість на актив хороша, ліквідність хороша, адекватність капіталу незадовільна, середній рівень процентної маржі, то рівень ризику середній;

7) якщо прибутковість на актив нормальна, ліквідність нормальна, адекватність капіталу незадовільна, низький рівень процентної маржі, то рівень ризику високий;

8) якщо прибутковість на актив нормальна, ліквідність хороша, адекватність капіталу висока, високий рівень процентної маржі, то рівень ризику низький;

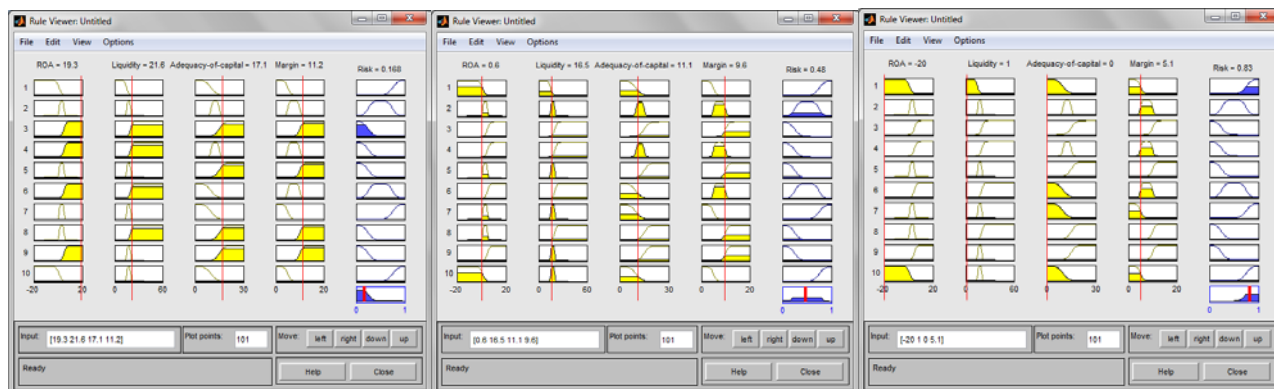
9) якщо прибутковість на актив хороша, ліквідність нормальна, адекватність капіталу висока, високий рівень процентної маржі, то рівень ризику низький;

10) якщо прибутковість на актив низька, ліквідність нормальна, адекватність капіталу незадовільна, низький рівень процентної маржі, то рівень ризику низький.

Для аналізу результатів моделі доцільно зробити графічну інтерпретацію раніше сформованих правил, що дасть можливість побачити, як працює модель для трьох обраних банків – Сітібанк, ПриватБанк та Віейбі банк (рис. 4).

З рисунку 4а видно, що рівень ризику для Сітібанку дорівнює 0,168, тобто рівень ризику є низький. Такий рівень ризику відповідає реальності, оскільки Сіті банк – один з найстабільніших та найуспішніших банків в Україні.

З рисунку 4б видно, що рівень ризику для ПриватБанку дорівнює 0,48, тобто рівень ризику є середній. Такий рівень ризику відповідає реальності, оскільки ПриватБанк хоч і є найбільшим за обсягом активів банком України, проте відносні показники банку свідчать про необхідність більшої уваги до його діяльності та ґрунтовної оцінки його платоспроможності.



**Рис. 4. Графічна інтерпретація 10 сформованих правил для а) Сітібанку б) ПриватБанку в) Віейбі Банку**

Рисунок 4в показує, що рівень ризику для Віейбі Банку дорівнює 0,83, тобто рівень ризику є високий. Такий рівень ризику відповідає реальності, оскільки ВІЕЙБІ Банк знаходиться на стадії ліквідації, Національний банк України визнав його неплатоспроможного та ухвалив рішення про відкликання банківської ліцензії [4].

**Висновки.** На основі сформованих правил було побудовано модель залежності рівня загального ризику банку від чотирьох факторів: прибутку на одиницю активів, миттєвої ліквідності, адекватності капіталу, про-

центної маржі. Така модель дає можливість оцінити сукупний банківський ризик на основі відносних показників діяльності комерційних банків, що є більш репрезентативними показниками, ніж абсолютні величини. Модель дає об'єктивне бачення проблеми ризику у банківській діяльності. Звісно використання апарату нечіткої логіки та якісних оцінок не є альтернативою традиційним методам аналізу та прогнозування, проте дає можливість розширити інструментарій та забезпечити ґрунтовний аналіз діяльності банківських установ та оцінку ризиків їх функціонування.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Офіційний сайт Асоціації українських банків. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.aub.org.ua](http://www.aub.org.ua).
2. Замула А.О. Використання інструментарію нечіткої логіки при моделюванні банківської діяльності / А.О. Замула // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції «Обчислювальний інтелект». – Черкаси, 2011. – С. 168-169.
3. Паночишин Ю. Використання математичного апарату теорії нечітких множин і нечіткої логіки в задачі оцінки фінансової стійкості комерційних банків / Ю.М. Паночишин, К.Є. Рем'янцева // Вісник Запорізького національного університету. – 2011 р. – № 2. – С. 80-86.
4. Офіційний сайт Національного банку України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.bank.gov.ua](http://www.bank.gov.ua).