

## АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА ЗА НЕЧІТКО-ЛОГІЧНИМ ПІДХОДОМ

*В. Г. М'ячин, д. е. н., доцент, myachin2011@mail.ua, orcid.org/0000-0002-1491-5100,  
О. В. Стівник, к. т. н., доцент, stovpnyk@ukr.net, orcid.org/0000-0003-4391-6644,  
В. А. Карпенко, ст. викладач, dk2000792@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5949-4549,  
О. В. Мирошніченко, аспірант, ardenalex@gmail.com, orcid.org/0000-0002-7106-5632,  
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

**Методологія дослідження.** Методологічну основу дослідження склали наукові праці вітчизняних і закордонних вчених і провідних фахівців у сфері фінансового аналізу та моделювання економічних процесів, а також дані статистичної та фінансової звітності, які є у відкритому доступі. Для побудови інтегрального показника фінансової безпеки підприємства використано метод нечітких множин.

**Результати.** Показано, що для оцінки рівня показника фінансової безпеки підприємства метод нечітких множин є найбільш ефективним у порівнянні з лінійними моделями, оскільки максимально враховує невизначеність внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства. Нечітка експертна система фактично дозволяє залучити значну кількість вхідних параметрів, як кількісних, так і якісних. Конкретний вибір вхідних параметрів повинен бути обґрунтований, з одного боку, їх вагою, а з іншого – трудомісткістю збору даних, необхідних для оцінки стану фінансової безпеки підприємства. Для реалізації запропонованого нечітко-логічного підходу до визначення інтегрального показника фінансової безпеки підприємства залучено фінансові коефіцієнти, які характеризують платоспроможність, фінансову незалежність, рентабельність загальних активів підприємства та впливають на цільовий показник.

**Новизна.** Представлено загальну будову конструктора нечітко-логічної експертної системи як перетворення даних всередині самої системи. Для нечітко-логічного підходу з метою визначення інтегрального показника фінансової безпеки підприємства  $Y_{123}$  обрано три вхідні показники, що впливають на цільовий показник, а саме: коефіцієнт поточної ліквідності  $X_1(CR)$ , коефіцієнт автономії  $X_2(ER)$ , коефіцієнт рентабельності загальних активів  $X_3(ROA)$ .

**Практична значущість.** Запропоновано показники, які у найбільшій мірі дозволяють оцінити фінансову безпеку підприємств та надано практичні рекомендації діапазонів їх оптимальних значень для побудови інтегрального показника фінансової безпеки підприємств за нечітко-логічним підходом.

**Ключові слова:** фінансова безпека підприємства, інтегральний показник, нечітка експертна система, коефіцієнт поточної ліквідності, коефіцієнт фінансової автономії, коефіцієнт рентабельності загальних активів.

**Постановка проблеми.** За сучасних умов у учасників господарської діяльності найчастіше виникає об'єктивна потреба отримання правдивої інформації про імовірність банкрутства та фінансову безпеку підприємства. Відповідна інформація та її оцінка може бути отримана різними способами. Одним зі способів отримання такої інформації відбувається через аналіз фінансового

стану підприємства. Його основною метою є своєчасне з'ясування та усунення недоліків у фінансовій ефективності господарської діяльності підприємства.

Сучасні підприємства потребують розробки практичного інструментарію, орієнтованого на проведення аналізу та моніторингу фінансової стану та фінансової безпеки.

Для оцінки фінансового стану підприємства використовується нормативний підхід, що полягає в порівнянні розрахованого фінансового показника з його нормативним значенням, затвердженим законодавчо або відповідно с методичними рекомендаціями, прийнятими в самій компанії.

Але нормативи або розрахункові алгоритми, затверджені законодавчо, часто використовують методики, запроваджені у практику фінансового аналізу понад півстоліття тому, коли не існувало сучасних методів поглибленої обробки даних (*Data Mining*). З цієї причини класичні моделі оцінки фінансового стану, зокрема оцінки банкрутства підприємства, можуть дати спотворену оцінку. Окрім того, багато показників фінансового аналізу не мають чіткого нормування та значною мірою залежать від сфери діяльності підприємства.

Типове сучасне підприємство є складною соціально-економічною системою, що функціонує в умовах суттєвої невизначеності внутрішнього та зовнішнього середовища. Підвищення ефективності процесу прийняття управлінських рішень при управлінні підприємством може бути значною мірою забезпечено інструментарієм, що базується на методах та моделях нечітких продукційних систем.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Необхідність знання поточного фінансового стану підприємства та підтримки його належного рівня в умовах ринкової конкуренції спричинює потребу у розробці сучасних методів оцінки рівня фінансової безпеки підприємства.

У теорії та практиці фінансового аналізу існує значна кількість методів, які застосовуються для визначення рівня фінансової безпеки суб'єктів господарювання. У ході аналізу фахової літератури [1, 2, 3] було визначено, що досліджені методики визначення рівня фінансової безпеки підприємства можна розділити на декілька груп: на основі дослідження грошових потоків, на основі визначення фінансових показників-індикаторів, на основі оцінки фінансової стійкості підприємства, на основі методів прогнозування банкрутства, на основі визначення інтегральних показників, та на основі ресурсно-функціонального підходу.

Підхід, оснований на дослідженні грошових потоків, обумовлений тим, що показник чистого грошового потоку є одним з індикаторів результативності господарської діяльності підприємства та визначає його фінансовий стан. Але, на думку С. С. Герасименко та Н. А. Головач, даний підхід є вузьким, оскільки охоплює далеко не всі сфери, які впливають на стан фінансової безпеки підприємства [4].

Індикаторний підхід передбачає порівняння фактичних значень показників фінансової безпеки з граничними значеннями індикаторів її рівня. Як зауважує Т. М. Гладченко [5], за такого підходу найвищий рівень фінансової безпеки підприємства досягається за умови, що вся сукупність індикаторів знаходиться в межах порогових значень, а порогове значення кожного з індикаторів досягається не на шкоду іншим і має обґрунтований фінансовий підхід. Цей підхід слід визнати доцільним і виправданим, але його недоліком є те, що використання цього підходу залежить в основному від визначення порогових значень, які залежать від стану зовнішнього середовища, на яке підприємство майже не може впливати, а тільки пристосовуватися до його умов.

Г. М. Кампо, Н. М. Дочинець та О. В. Гаврилець пропонують оцінювання рівня фінансової складової економічної безпеки підприємства виконувати на основі аналізу його фінансової стабільності, ступінь якої визначається з урахуванням достатності оборотних коштів (власних або запозичених) для здійснення виробничо-збутової діяльності [2]. Це вузький підхід до оцінювання рівня фінансової безпеки підприємства. Крім оборотних коштів, у фінансовій діяльності підприємства залучені власний основний капітал, прибуток, інвестиції, цінні папери тощо.

До інтегральних моделей оцінювання імовірності банкрутства можна віднести широко відомі моделі Альтмана [6], Таффлера [7], Ліса [8], Спрингейта [9]. На сьогодні українськими вченими вже розроблені такі моделі, як дискримінанта інтегральної оцінки фінансового стану підприємства (О. Терещенко), яка базується на застосуванні методології дискримінантного аналізу на основі фінансових показників вибір-

кової сукупності вітчизняних підприємств і комплексної оцінки фінансового стану підприємства. Цей метод оцінки дозволяє виявити тенденції фінансового стану підприємства [10].

Ю. Б. Кракос та Р. О. Разгон рекомендують розглядати фінансову безпеку підприємства як комплексну величину, оскільки вона досліджує декілька складників, зокрема ефективність управління підприємством, платоспроможність і фінансову стійкість, ділову та ринкову стійкість, інвестиційну привабливість [11].

Інший метод оцінки рівня фінансової безпеки розглядається в межах ресурсно-функціонального підходу, за яким оцінку пропонується здійснювати за кожною функціональною складовою фінансової безпеки, а потім визначити інтегральний показник експертним шляхом. На думку І. А. Бланка при такому підході функціональну структуру фінансової безпеки підприємства визначають такі складові: бюджетна; грошово-кредитна; валютна; банківська; інвестиційна; фондова; страхова [12].

Незважаючи на переважну більшість науковців, які віддають перевагу експертному методу при визначенні вагомості окремих функціональних складових безпеки, деякі автори модифікують методіку визначення вагомості складових у загальному інтегральному показнику. Це говорить про те, що єдиної позиції науковців у формуванні методик оцінки фінансової безпеки підприємств не існує.

**Формулювання мети статті.** Мета даного дослідження полягає у побудові нечіткої експертної системи для оцінки фінансової складової економічної безпеки телекомунікаційних підприємств.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для побудови інтегрального показника фінансової безпеки підприємства виокремимо наступний алгоритм дій:

- вибір інформаційної бази фінансового аналізу;
- формування груп оціночних коефіцієнтів;
- встановлення переліку коефіцієнтів за групами та визначення алгоритму їх розрахунку;

- визначення нормативних значень коефіцієнтів за кожною групою показників;
- формування механізму оцінки фінансової безпеки підприємства.

Залучені показники повинні бути, з одного боку, найбільш репрезентативними, але, з іншого боку, їх кількість повинна бути досить обмеженою, щоб не перевантажувати математичну модель.

Для формування груп оціночних коефіцієнтів насамперед скористаємося думкою таких авторів як О. К. Єлісеєва та Г. С. Сімон [3], О. О. Сосновська [13], А. Р. Дячитдінова та А. А. Саприкіна [14], О. Н. Старинець [15], які досліджують фінансовий стан саме телекомунікаційних підприємств.

Ліквідність – здатність конвертації активів в готівку в найкоротші терміни, з мінімальними витратами і без втрати їх вартості [1]. Таким чином, характеристиками ліквідності є: 1) абсолютні величини активів і готівкових грошових коштів; 2) час конвертації.

*Коефіцієнт поточної ліквідності* (інші назви – ліквідність 1-го рівня; коефіцієнт загальної ліквідності; коефіцієнт покриття, *Current Ratio (CR)*) показує взаємозв'язок між розміром поточних активів і поточними зобов'язаннями; показує здатність підприємства погашати поточні (короткострокові, до одного року) зобов'язання тільки за рахунок поточних (оборотних) активів.

Формула розрахунку *коефіцієнту поточної ліквідності (Current Ratio (CR))* має наступний вигляд:

$$CR = \frac{\text{Поточні активи}}{\text{Поточні зобов'язання}} = \frac{\text{Current Assets}}{\text{Current Liability}} = \frac{\text{ряд 1195}}{\text{ряд 1695}}. \quad (1)$$

Коефіцієнт поточної ліквідності репрезентує загальний погляд на ліквідність компанії і є відправною точкою її подальшого аналізу. Коефіцієнт поточної ліквідності дає нам змогу перевірити, чи можуть всі активи з періодом оборотності менше одного року покривати зобов'язання з періодом погашення менш одного року [16].

Відповідно до традиційного підходу, чим вище коефіцієнт поточної ліквідності, тим більш ліквідним є підприємство. Однак занадто високі значення *CR* не є безумов-

ною перевагою, оскільки можуть бути пов'язані з неефективністю використання поточних активів і/або короткострокових зобов'язань. Значення  $CR < 1$  свідчить про декапіталізацію компанії та недостатність короткострокової платоспроможності. Значення  $CR > 2$  пов'язано з неадекватним управлінням поточними активами [16].

А. Р. Діязитдінова та А. А. Саприкіна для телекомунікаційних підприємств пропонують нормативне значення коефіцієнту поточної ліквідності понад 0.75. Більш того, означені автори рекомендують діапазон значень даного коефіцієнту у межах 2.0–2.5 та характеризують його лінгвістичним терміном «дуже високий», значення показника у межах 1.0–2.0 охарактеризовано ними як «високий», значення показника у межах 0.75–1.0 охарактеризовано як «середній», «низький» рівень відповідає значенню показника 0.25–0.75, «дуже низький» рівень відповідає значенню показника 0.0–0.25 [14]. О. Г. Старинець для телекомунікаційних підприємств пропонує за нормативне значення взяти коефіцієнт поточної ліквідності  $> 1$  [15].

Ефективне управління фінансовою стійкістю підприємства дає змогу підприємству краще адаптуватися до умов зовнішнього середовища та контролювати залежність від зовнішніх джерел фінансування. Фінансова стійкість – один із головних чинників, що впливає на досягнення підприємством фінансової рівноваги та фінансової стабільності [17].

Коефіцієнт фінансової стійкості дозволяє визначити, яка частина активів фінансується за рахунок довгострокових джерел фінансування – власного капіталу та довгострокових позикових фінансових ресурсів. Високе значення показника свідчить про низький рівень ризику втрати платоспроможності та хороші перспективи функціонування підприємства.

Формула розрахунку коефіцієнту фінансової стійкості (платоспроможності) (*Margin of Safety (MoS)*) має наступний вигляд:

$$MoS = \frac{\text{Власний капітал} + \text{Довгострокові зобов'язання}}{\text{Пасив балансу}} = \quad (2)$$

$$= \frac{\text{Equity} + \text{Non-current Liability}}{\text{Balance Sheet Liability}} = \frac{\text{ряд 1495} + \text{ряд 1595}}{\text{ряд 1900}}$$

О. О. Сосновська для підприємств зв'язку пропонує оптимальне значення коефіцієнту фінансової стійкості у межах 0.75–1.0 [13].

Н. М. Давиденко запропонував лінгвістичну характеристику різним значенням коефіцієнту фінансової стійкості. Даний автор пропонує бальний метод оцінювання фінансової стійкості (платоспроможності). Значення показника у межах 0.8–0.9 є найбільш оптимальним і характеризується автором лінгвістичним терміном як «нормальний», значення показника у межах 0.4–0.8 характеризується лінгвістичним терміном як «критичний», значення показника у межах 0.0–0.4 характеризується лінгвістичним терміном як «нижче критичного» [18].

Г. М. Кампо, Н. М. Дочинець та О. В. Гаврилець зауважують, що нормативне значення коефіцієнту фінансової стійкості складає 0.7–0.9. За їх даними значення коефіцієнту фінансової стійкості для підприємств телекомунікаційної галузі у 2012, 2013, 2014 та 2015 рр. складав відповідно 0.560, 0.556, 0.361 та 0.631, що знаходиться поза його нормативного значення [2].

Потрібно зауважити, що при відсутності у компанії довгострокових зобов'язань коефіцієнт фінансової стійкості *MoS* трансформується у коефіцієнт фінансової автономії (*Equity Ratio (ER)*).

Формула розрахунку коефіцієнту фінансової автономії (фінансової незалежності) (*Equity Ratio (ER)*) має наступний вигляд:

$$ER = \frac{\text{Власний капітал}}{\text{Пасив балансу}} = \frac{\text{Equity}}{\text{Balance Sheet Liability}} = \frac{\text{ряд 1495}}{\text{ряд 1900}}. \quad (3)$$

О. О. Сосновська для підприємств зв'язку пропонує оптимальне значення коефіцієнту фінансової незалежності (автономії) у межах 0.5...1.0 [13].

А. Р. Діязитдінова та А. А. Саприкіна пропонують шість фінансових коефіцієнтів для оцінки фінансового стану телекомунікаційних підприємств. Серед них автори пропонують залучати коефіцієнт автономії,

який визнається як частка власних коштів у сукупних активах. Означені автори рекомендують діапазон нормативних значень у межах 0.5...0.75 та характеризують його лінгвістичним терміном «високий». Значення показника у межах 0.25...0.375 охарактеризовано ними як «дуже низький» та «низький», а значення показника у межах 0.375...0.50 охарактеризовано як «середній» [14].

Рентабельність (пасивів) активів (англ. мовний аналог *Return on Assets (ROA)*) показує ефективність використання активів компанії для генерації прибутку. Високе значення показника свідчить про хорошу роботу підприємства. Розраховується як співвідношення отриманого чистого прибутку (або чистого збитку) до середньорічної суми активів. Інформація про вартість активів може бути отримана з балансу, а інформація про суму чистого прибутку може бути отримана зі звіту про фінансові результати (звіту про прибутки і збитки).

Формула розрахунку коефіцієнту рентабельності загальних активів  $X1$  (*Return on Assets (ROA)*), має наступний вигляд:

$$ROA = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Сукупний капітал}} = \frac{\text{Net Income}}{\text{Total Assets}} = \frac{\text{ряд 2350}}{\text{ряд 1900}} \quad (4)$$

Не існує єдиного нормативного значення показника  $X1(ROA)$ . Необхідно аналізувати його в динаміці, тобто зіставляючи значення різних років за період дослідження. Крім цього, варто порівняти значення показника зі значеннями прямих конкурентів (які мають однаковий розмір суми активів або доходу). Чим вищий показник, тим більш ефективним є весь процес управління, адже показник рентабельності активів формується під впливом всієї діяльності компанії.

О.О. Сосновська для підприємств зв'язку пропонує оптимальне значення коефіцієнту рентабельності загальних активів (загального капіталу) у межах 0,05...1,0 [13]. О. Г. Старинець для телекомунікаційних підприємств вважає за нормативне значення коефіцієнту рентабельності загальних активів  $>0$ , а динаміка даного коефіцієнту повинна бути спрямована у бік зростання [15].

Кінцевим результатом дослідження фінансових коефіцієнтів є визначення інтегрального показника оцінки рівня показника фінансової безпеки підприємств  $Y123(FS)$ . Необхідною умовою є градація рівнів фінансової безпеки підприємств, яку представлено на основі використання методу експертних оцінок та огляду літературних джерел [1, 13, 15].

Високий (відмінний) рівень фінансової безпеки підприємств ( $0,70 < Y123(FS) \leq 1,00$ ) свідчить про наявність ефективних методів управління ризиками, що є результатом адаптації до нестабільних умов економічного середовища та мінімізації загроз господарській діяльності підприємства. Такий рівень фінансової безпеки забезпечує стійке функціонування підприємства в умовах невизначеного економічного середовища.

Задовільний (середній) фінансової безпеки підприємств ( $0,30 < Y123(FS) \leq 0,70$ ) свідчить про наявність помірною або допустимого рівня впливу ризиків внутрішнього та зовнішнього середовища на імовірність отримання негативного фінансового результату та порушення стійкого функціонування підприємства.

Низький (незадовільний) фінансової безпеки підприємств ( $0,70 < Y123(FS) \leq 1,00$ ) характеризується порушенням фінансового стану підприємства та його стійкого функціонування, а також неефективністю процесу управління ризиками.

На рис. 1 представлено загальну будову конструктора нечітко-логічної експертної системи як перетворення даних всередині самої системи. Як видно з рис. 1 для нечітко-логічного підходу з метою визначення інтегрального показника фінансової безпеки підприємства  $Y123$  (*Financial Security (FS)*) нами обрано три вхідні показника, що впливають на цільовий показник, а саме: коефіцієнт поточної ліквідності  $X1(CR)$ , коефіцієнт автономії  $X2(ER)$  та коефіцієнт рентабельності загальних активів  $X3(ROA)$ .

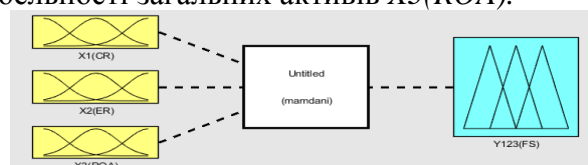


Рис. 1. Загальна будова конструктора нечітко-логічної системи

Наступний етап побудови нечіткої експертної системи заснований на виборі функції належності. Нечітка модель досить ускладнює модель, якщо вона заснована на значній кількості вхідних змінних, у зв'язку з чим кількість вхідних змінних вимагає обгрунтованого оптимального скорочення (Korol, 2012) [19].

Нами побудови нечіткої експертної системи нами обрано дзвонувату функцію належності, яка має візуально має вигляд симетричної кривої і нагадує форму дзвону. Означена функція задається формулою, параметри якої інтерпретуються наступним чином:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}, \quad (5)$$

де  $a$  – коефіцієнт концентрації функції належності;  $b$  – коефіцієнт кривини функції належності;  $c$  – координата максимуму функції належності (Pegat, 2009) [20].

Наступним етапом побудови нечіткої моделі є ідентифікація нечітко-логічних правил. Враховуючи, що кількість вхідних даних моделі (вхідних змінних) дорівнює  $\omega$ , а кожен вхід має  $z$  нечітких множин (функцій належності), то кількість правил нечіткої логіки можна визначити наступною формулою:

$$r = z^\omega. \quad (6)$$

Кількість нечітких множин на кожному вході приймаємо як  $z=3$ , кількість вхідних змінних приймаємо як  $\omega=3$ . Тоді кількість правил нечіткої логіки повинна бути  $r=3^3=27$  для забезпечення повноти моделі.

Моделювання інтегрального ступеня концентрації ринку було виконано в програмному забезпеченні *FuzzyLogic Toolbox* середовища *Matlab* (версія *R2021A*) фірми *MathWorks*, що вплинуло на настройку і представлення дзвонуватої функції належності. Налаштування функції виглядає наступним чином:  $\mu(x)=gbellmf(x, [a b c])$ , де  $x$  – вхідна змінна,  $a, b$  і  $c$  – вищезгадані параметри (формула (3)).

На наступних рис. 2–5 представлено атрибути та функції належності для трьох вхідних змінних і однієї вихідної змінної. На рис. 2 представлено вхідну змінну  $X1$  («Коефіцієнт поточної ліквідності»

або *Current Ratio (CR)*), що має три атрибути (функції належності): *Low* – відповідає низькому (незад-вільному) значенню показника *CR*, *Middle* – відповідає середньому (задовільному) значенню показника *CR*, *High* – відповідає високому (тобто нормативному) значенню показника *CR*. Дану функцію приймаємо дзвонуватою та визначаємо у діапазоні  $[0;2.5]$ . Функція *Low* – низький рівень *CR* – має параметри  $[0.8 \ 4.9 \ 0.0732]$ , функція *Middle* – середній рівень *CR* – має параметри  $[0.415 \ 2.492 \ 1.29]$ , функція *High* – високий рівень *CR* – має параметри  $[0.521 \ 4.64 \ 2.23]$ .

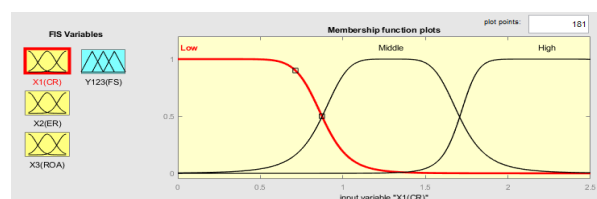


Рис. 2. Функція належності для вхідної лінгвістичної змінної *Current Ratio (CR)* («Коефіцієнт поточної ліквідності ( $X1$ )»)

На рис. 3 представлено вхідну змінну  $X2$  («Коефіцієнт автономії» або *Equity Ratio (ER)*), що має три атрибути (функції належності): *Low* – відповідає низькому (незадо-вільному) значенню показника *ER*, *Middle* – відповідає середньому (задовільному) значенню показника *ER*, *High* – відповідає високому (тобто нормативному) значенню показника *ER*. Ця функція дзвонувата, її визначаємо у діапазоні  $[0;1]$ . Функція *Low* – низький рівень *ER* – має параметри  $[0.184 \ 4.17 \ 0.04511]$ , функція *Middle* – середній рівень *ER* – має параметри  $[0.1425 \ 2.24 \ 0.372]$ , функція *High* – високий (нормативний) рівень *ER* – має параметри  $[0.423 \ 7.157 \ 0.938]$ .

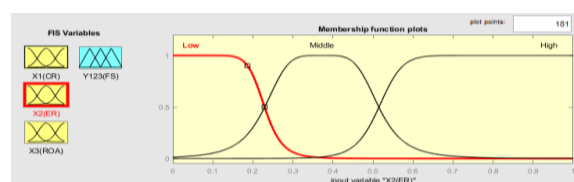


Рис. 3. Функція належності для вхідної лінгвістичної змінної  $X2$  («Коефіцієнт автономії» або *Equity Ratio (ER)*)

На рис. 4 представлено вхідну змінну  $X3$  («Коефіцієнт рентабельності загальних

активів» або *Return on Assets (ROA)*), що має три атрибути (функції належності): *Low* – відповідає низькому (незадовільному) значенню показника *ROA*, *Middle* – відповідає середньому (задовільному) значенню показника *ROA*, *High* – відповідає високому (тобто нормативному) значенню показника *ROA*. Ця функція дзвонувата, її визначаємо у діапазоні  $[-1;1]$ . Функція *Low* – низький рівень *ROA* – має параметри  $[0.709 \ 14.74 \ -0.703]$ , функція *Middle* – середній рівень *ROA* – має параметри  $[0.0647 \ 1.4 \ 0.07394]$ , функція *High* – високий (нормативний) рівень *ROA* – має параметри  $[0.5443 \ 12.2 \ 0.683]$ .

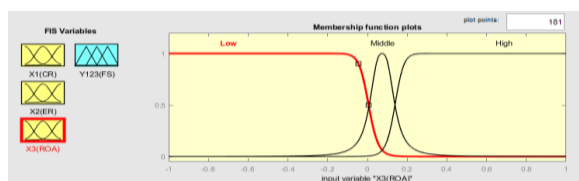


Рис. 4. Функція належності для вхідної лінгвістичної змінної  $X_3$  («Коефіцієнт рентабельності загальних активів» або *Return on Assets (ROA)*)

На рис. 5 представлено вихідну змінну  $Y_{123}$  («Показник фінансової безпеки підприємства» або *Financial Security Indicator (FS)*), яка має три атрибути (функції належності): *Low* – відповідає низькому (незадовільному) значенню показника  $Y_{123}(FS)$  і має параметри  $[0.237 \ 3.576 \ 0.063]$ , *Middle* – відповідає середньому (задовільному) значенню показника  $Y_{123}(FS)$  і має параметри  $[0.198 \ 2.5 \ 0.5001]$ , *High* – відповідає високому значенню показника  $Y_{123}(FS)$  і має параметри  $[0.239 \ 3.13 \ 0.937]$ . Ця функція є дзвонуватою за формою і має область визначення  $[0;1]$ .

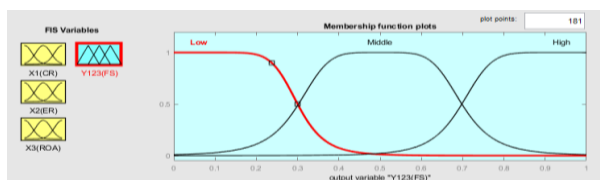


Рис. 5. Функція належності для вихідної лінгвістичної змінної  $Y_{123}$  («Показник фінансової безпеки» або *Financial Security Indicator (FS)*)

На підставі опису трьох вхідних і однієї вихідної змінної визначаємо  $3^3=27$  нечітких правил для висновку вихідної змінної.

**Висновки.** Підбиваючи підсумок вищевикладеному, слід констатувати, що для оцінки рівня показника фінансової безпеки підприємства метод нечітких множин вважається найбільш ефективними в порівнянні з лінійними моделями. Він максимально враховує невизначеність внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства. Нечітка модель теоретично дозволяє залучити значну кількість вхідних параметрів, як кількісних, так і якісних. Проте, конкретний вибір параметрів повинен бути обґрунтований їх вагою, з одного боку, та трудомісткістю збору даних, необхідних для оцінки фінансової безпеки підприємства, з іншого боку.

Для реалізації нечітко-логічного підходу до визначення інтегрального показника фінансової безпеки підприємства (*Financial Security (FS)*) залучено три фінансових коефіцієнти, які характеризують платоспроможність (*Current Ratio (CR)*), фінансову незалежність (*Equity Ratio (ER)*) і рентабельність загальних активів підприємства (*Return On Assets (ROA)*) та впливають на цільовий показник.

Нечітко-логічна модель, розроблена для оцінки рівня фінансової безпеки підприємств, виконується за наступними етапами: 1) залучення трьох фінансових коефіцієнтів у якості вхідних змінних моделі, які розраховано на підставі даних статистичної та фінансової звітності; 2) вибір параметрів і типу функції належності для трьох вхідних змінних і однієї вихідної змінної; 3) розробка системи з 27 логічних правил; 4) визначення показника фінансової безпеки підприємства з використанням нечіткого висновку Мамдані; 5) перевірка адекватності моделі.

## Література

1. Корпан О. В. Методи оцінювання рівня фінансової безпеки підприємства / О. В. Корпан // Ефективна економіка. 2017. – №1. – Доступно: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5401>.
2. Кампо Г. М. Оцінка фінансової стійкості підприємств України / Г. М. Кампо, Н. М. Дочинець, О. В. Гаврилець // Науковий вісник Ужгородського університету. – Серія «Економіка». – 2017. – Випуск 1 (49). – Т.1. – С. 150–158.
3. Єлісеєва О. К. Аналіз грошових потоків фірми як складова формування стратегії сталого розвитку / О. К. Єлісеєва, Г. С. Сімон // Бізнес-Інформ. – 2016. – №12. – С. 380–384.

4. Герасименко С. С. Передбачення фінансового стану підприємства при оцінці його здатності до продовження діяльності / С. С. Герасименко, Н. А. Головач // *Актуальні проблеми економіки*. – 2003. – №4. – С. 2–4.
5. Гладченко Т. М. Економічна безпека підприємницької діяльності / Т. М. Гладченко // *Актуальні проблеми міжнародних відносин: Збірник наук. праць*. – 2001. – Вип. 26. – С. 295–299. – К. : ВПЦ «Київський університет», Інститут міжнародних відносин.
6. Altman E. I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*. – 1968. – № 4. – P. 589–609.
7. Toffler R., & Tishaw H. Going, going, gone – four factors which predict. *Accountancy*. – 1977. – March. P. 50–54.
8. Паршина О. А. Обґрунтування та побудова функцій належності в нечітко-логічній моделі оцінки фінансового стану підприємства та ризику настання його банкрутства / О. А. Паршина, В. Г. М'ячин, М. В. Куцинська // *Вісник ОНУ імені Мечникова*. – 2016. – Т.21. – Вип. 5(48). – С. 86–91.
9. М'ячин В. Г. Визначення пріоритетності показників фінансового стану, обраних для оцінки ризику банкрутства промислових підприємств методом нечітких множин / В. Г. М'ячин, М. В. Куцинська // *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. – 2015. – Випуск 14. – С. 159–163.
10. Терещенко О. О. Антикризисне фінансове управління на підприємстві / О. О. Терещенко. – К. : КНЕУ, 2004. – 268 с.
11. Кракос Ю. Б. Управління фінансовою безпекою підприємств / Ю. Б. Кракос, Р. О. Разгон // *Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики*. – 2008. – № 1(1). – С. 86–97.
12. Бланк И. А. Управление финансовой безопасностью предприятия / И. А. Бланк. – К. : Эльга, Ника-Центр, 2004. – 784 с.
13. Сосновська О. О. Система економічної безпеки підприємств зв'язку: монографія / О. О. Сосновська. – Київ : «Центр учбової літератури», 2019. – 440 с.
14. Диязитдинова А. Р. Применение нечётко-множественного метода при оценке финансовой устойчивости инфокоммуникационных компаний / А. Р. Диязитдинова, А. А. Сапрыкина // *Инфокоммуникационные технологии*. – 2018. – Том 16. – №3. – С. 310–317.
15. Старинець О. Г. Оцінка фінансового стану телекомунікаційного підприємства в системі антикризового управління / О. Г. Старинець // *Глобальні та національні проблеми економіки*. – 2018. – Випуск 21. – С. 407–411.
16. Чайка Т. Ю. Розрахунок коефіцієнтів ліквідності за балансом, урахування фінансових і виробничих особливостей підприємства під час здійснення коефіцієнтного аналізу ліквідності / Т. Ю. Чайка, С. Є. Лошакова, Я. С. Водоріз // *Економіка та суспільство*. 2018. – №12. – С. 900–908.
17. Волошук Л.О. Інноваційний розвиток та економічна безпека промислових підприємств: проблеми комплексного управління: монографія / Л. О. Волошук. – Одеса : Бондаренко М. О., 2015. – 396 с.
18. Давиденко Н. М. Інвестиційна привабливість підприємств / Н. М. Давиденко // *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. – 2017. – Вип. 13. – Т. 1. – С. 59–68.
19. Korol, T., & Korodi, A. (2012). An evaluation of effectiveness of fuzzy logic model in predicting the business bankruptcy. *Institute for Economic Forecasting*, (3), 92–107.
20. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат ; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

## References

1. Korpan, O.V. (2017). Metody otsiniuvannya rivnia finansovoi bezpeky pidpriemstva. *Efektivna ekonomika*, (1). Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5401>.
2. Kampo, H.M., Dochynets N.M., & Havrylets O.V. (2017). Otsinka finansovoi stiiosti pidpriemstv Ukrainy. *Naukovyy visnyk Uzhhorodskoho universytetu*, Ser. «Ekonomika». Issue 1(49), T.1, 150-158.
3. Yelisieieva, O.K., & Simon, H.S. (2016). Analiz hroshovykh potokiv firmy yak skladova formuvannya stratehii staloho rozvytku. *Biznes-Inform*, 1(2.), 380-384.
4. Herasymenko, S.S., & Holovach, N.A. (2003). *Peredbachennia finansovoho stanu pidpriemstva pry otsyntsi yoho zdatnosti do prodovzhennia diialnosti. Actualni problemy ekonomiky*, (4), 2-4.
5. Hladchenko, T.M. (2001). *Ekonomichna bezpeka pidpriemnytskoi diialnosti. Aktualni problemy mizhnarodnykh vidnosyn. Zbirnyk naukovykh prats*, Issue 26. (pp. 295-299). Kyiv: VTsP «Kyivskyy universytet», Instytut mizhnarodnykh vidnosyn.
6. Altman, E.I. (1968). *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. The Journal of Finance*, (4), 589-609. doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x
7. Toffler, R., & Tishaw, H. (1977). *Going, going, gone – four factors which predict. Accountancy*, March, 50-54.
8. Parshyna, O.A., Miachyn, V.H., & Kutsynska, M.V. (2016). *Obhruntuvannya ta pobudova funktsii nalezhnosti v nechitko-lohichnii modeli otsinky finansovoho stanu pidpriemstva ta ryzyku nastannia yoho bankrutstva. Visnyk ONU imeni Mechnykova*, T.21, Issue 5(48), 86-91.
9. Miachyn, V.H., & Kutsynska M.V. (2015). *Vyznachennia priorytetnosti pokaznykiv finansovoho stanu, obranykh dlia otsinky ryzyku bankrutstva promyslovykh pidpriemstv metodom nechitkykh mnozhyn. Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu*, Issue 14, 159-163.
10. Tereshchenko, O.O. (2004). *Antykryzove finansove upravlinnia na pidpriemstvi*. Kyiv: KNEU.
11. Krakos Yu.B., & Razhon R.O. (2008). *Upravlinnia financovoi bezpekoiu pidpriemstv. Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy mashynobudivnoi haluzi: problemy teorii ta praktyky*. 1(1), 86-97.



12. Blank, I.A. (2004). Upravlenie finansovoy bezopasnostiu predpriyatiya. Kiev: Elga, Nika-Centr.
13. Sosnovska, O.O. (2019). Systema ekonomichnoi bezpeky pidpriemstv zviazku. Kyiv. Tsentr uchbovoi literatury.
14. Diyazitdinova, A.R. & Saprikina. A.A. (2018). Primenenie nechyotko-mnozhestvennogo metoda pri ocenke finansovoy ustojchivosti infokommunikacionnyh kompaniy. Infokommunikacionnye tehnologii, T.16, (3), 310-317. doi.org/10.18469/ikt.2018.16.3.09
15. Starynets, O.H. (2018). Otsinka finansovoho stanu telekomunikatsiinoho pidpriemstva v systemi antykrizovoho upravlinnia. Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky, Issue 21, 407-411.
16. Chaika, T.Yu., Loshakova, S.Ye., Vodoriz Ya.S. (2018). Rozrakhunok koefitsientiv likvidnosti za balansom, urakhuvannia finansovykh i vyrobnychykh osoblyvostey pidpriemstva pid chas zdiysnennia koefitsientnoho analizu likvidnosti. Ekonomika ta suspilstvo, (12), 900-908.
17. Voloshchuk, L. O. (2015). Innovatsiyni rozvytok ta ekonomichna bezpeka promyslovykh pidpriemstv: problemy kompleksnoho upravlinnia: monohrafiia. Odesa: Bondarenko, M.O.
18. Davydenko, N.M. (2017). Investytsiina pryvablyvist pidpriemstv. Aktualni problemy rozvytku ekonomiky rehionu, Issue 13, T. 1, 59-68.
19. Korol, T., & Korodi, A. (2012). An evaluation of effectiveness of fuzzy logic model in predicting the business bankruptcy. Institute for Economic Forecasting, (3), 92-107.
20. Pegat, A. (2009). Nechetkoe modelirovanie i upravlenie. Moskva: BINOM, Laboratoriya znaniy.

#### ALGORITHM FOR CONSTRUCTING AN INTEGRAL INDICATOR OF FINANCIAL SECURITY OF AN ENTERPRISE USING A FUZZY-LOGICAL APPROACH

*V. H. Myachin, D.E., Associate Professor, O. V. Stovpnyk, Ph. D (Tech.), Associate Professor, V. A. Karpenko, Senior Lecturer, O. V. Miroshnichenko, Post-graduate student, Ukrainian State University of Chemical Technology*

**Methods.** The methodological basis of the research is the scientific works of domestic and foreign scientists and leading experts in the field of financial analysis and modeling of economic processes, as well as statistical and financial reporting data that are publicly available. To construct an integral indicator of the financial security of an enterprise, a fuzzy conclusion is used.

**Results.** It is shown that for assessing the level of the financial security indicator of an enterprise, the fuzzy set method is the most effective in comparison with linear models, since it takes into account the uncertainty of the internal and external environment of the enterprise as much as possible. The fuzzy expert system actually allows you to use a significant number of input parameters, both quantitative and qualitative. The specific choice of input parameters should be justified, on the one hand, by their weight, and on the other hand, by the complexity of collecting data necessary to assess the state of financial security of the enterprise.

To implement the proposed fuzzy-logical approach to determining the integral indicator of financial security of an enterprise (Financial Security (FS)), Financial coefficients are used that characterize solvency (Current Ratio (CR)), financial independence (Equity Ratio (ER)), profitability of total assets of the enterprise (Return on Assets (ROA)) and affect the target indicator.

**Novelty.** The general structure of the fuzzy logic expert system constructor is presented as a data transformation within the system itself. For a fuzzy-logical approach, in order to determine the integral indicator of financial security of an enterprise Y123 (Financial Security (FS)), three input indicators are selected that affect the target indicator, namely: the current liquidity ratio X1(CR), the autonomy ratio X2 (ER) and the return on total assets ratio X3(ROA).

**Practical value.** Indicators that make it possible to assess the financial security of enterprises to the greatest extent are proposed, and practical recommendations are given for the ranges of their optimal values for constructing an integral indicator of the financial security of enterprises using a fuzzy-logical approach.

**Keywords:** financial security of the enterprise, integral indicator, fuzzy Expert System, current liquidity ratio, financial autonomy coefficient, return on total assets coefficient.

*Надійшла до редакції 23.11.21 р.*