

Магістерська кваліфікаційна робота  
на тему:

**Інформаційна технологія  
прогнозування результатів матчів  
футбольної молодшої ліги на основі  
нечітких правил**

Виконав ст. гр. 2КН-18М

**Когут В.В.**

Науковий керівник: к.т.н., доц.

Сілагін О. В.

# Актуальність роботи

Проблемами оптимізації моделей для побудови точних прогнозів результатів футбольних матчів займаються провідні школи науковці Сполучених Штатів Америки, Великої Британії, Німеччини, Японії та інших країн. Підходи та методи, що використовуються у цих дослідженнях мають ряд недоліків, через що постає гостра потреба у їх постійній модернізації та пошуку шляхів вирішення ключових проблем.

Дане дослідження може бути корисним у якості інструменту вибору правильної стратегії формування футбольних ставок. Також воно буде корисним для букмекерів, як методологія більш точного розрахунку ігрових коефіцієнтів на спортивні події. Все це робить подальші дослідження в області прогнозування результатів спортивних подій достатньо актуальними

# Мета, об'єкт та предмет дослідження

**Мета дослідження** – збільшення точності прогнозування результатів футбольних матчів молодшої ліги на основі нечітких правил.

**Об'єкт дослідження** – це процес прогнозування результатів футбольних матчів.

**Предмет дослідження** – інформаційні технології, математичні моделі, алгоритми та програмні засоби для прогнозування результатів футбольних матчів

# Задачі дослідження

- Проаналізувати та вибрати методологію прогнозування для задачі прогнозування результатів футбольних матчів;
- проаналізувати існуючі інтелектуальні технології ідентифікації задачі прогнозування результатів футбольних матчів;
- сформулювати вимоги до роботи технології та розробити ТЗ;
- допрацювати існуючу технологію та модель ідентифікації задачі прогнозування результатів футбольних матчів;
- провести математичне моделювання роботи етапів допрацьованої технології з використанням апарату нечіткої логіки;
- провести фазифікацію розроблених моделей;
- розробити та наповнити базу знань у вигляді матриць з правилами ЯКЩО-ТО;
- на основі розробленої технології виконати проектування модуля прогнозування результатів футбольних матчів;
- реалізувати та налаштувати роботу модуля прогнозування результатів футбольних матчів;
- протестувати роботу налаштованого модуля;
- виконати задачі економічного розділу..

# Наукова новизна

одержаних результатів полягає в наступному:

- доопрацьовано інформаційну технологію прогнозування результатів футбольних матчів, яка відрізняється від існуючої інтелектуальної технології ідентифікації Заде тим, що при створенні бази знань розширено перелік впливаючих факторів;
- розроблена та фазифікована спеціалізована математична модель прогнозування результатів футбольних матчів, що орієнтована на доопрацьовану технологію.

# Практичне значення

одержаних результатів полягає у наступному:

- розроблено алгоритм нечіткого логічного виведення прогнозованих результатів футбольних матчів;
- розроблено алгоритм нечіткої логічної апроксимації;
- реалізовано експериментальний програмний засіб.

# Апробація результатів роботи

Результати досліджень апробовано в доповіді на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ – 2020».

**Опубліковано** тези доповіді конференцій [1].

Результати, одержані в процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи, плануються до впровадження в розробки науково-виробничого підприємства ТОВ «ІТІ».

.

# Методи прогнозування

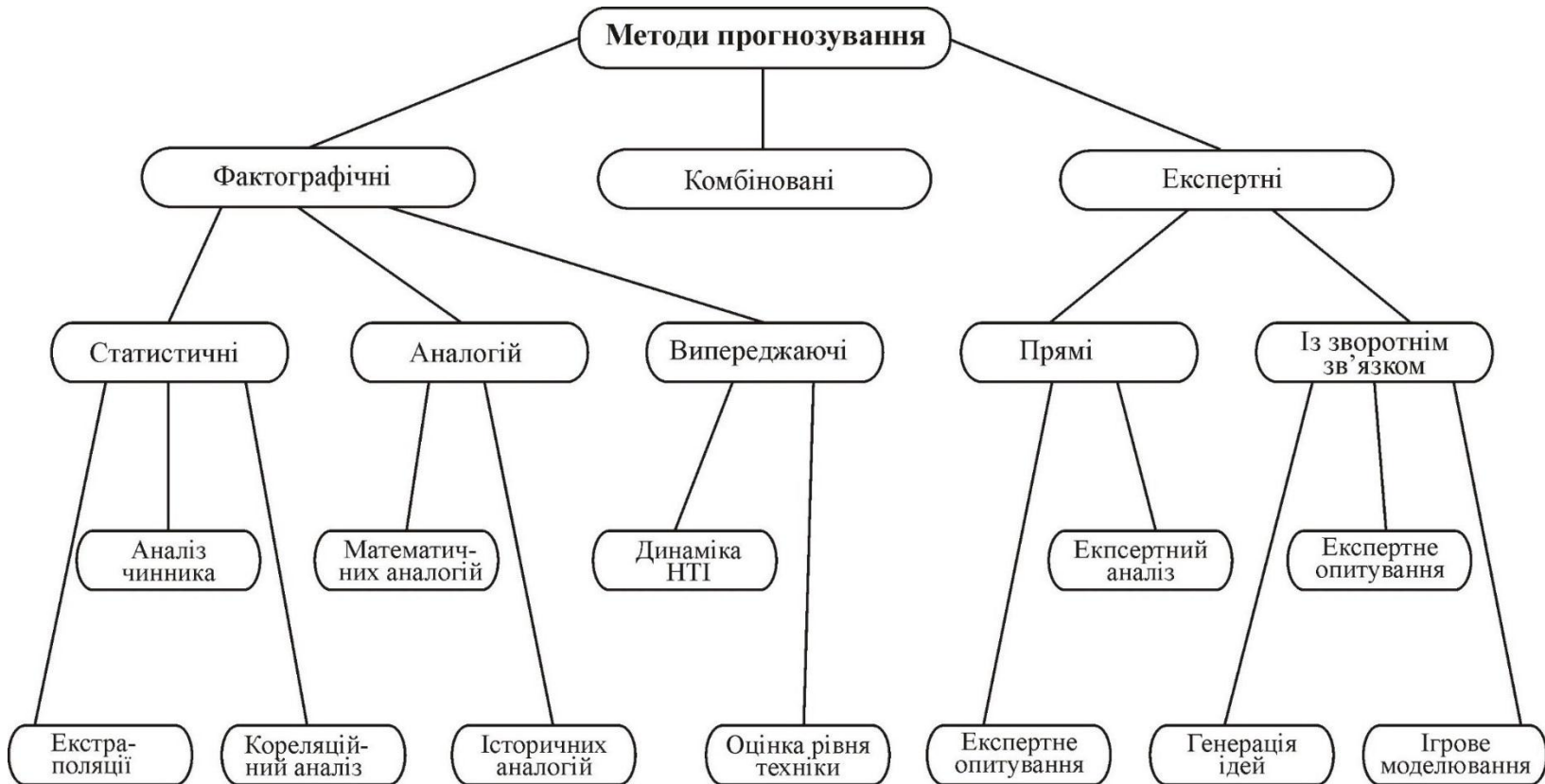


Рисунок 1.1. - Методи прогнозування

# Постановка задачі

Модель прогнозування результату футбольного матчу

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow D \in \{d_1, d_2, d_3\},$$

де  $X$ – вектор факторів, що впливають на результат, якими можуть бути рівень майстерства  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow D \in \{d_1, d_2, d_3\}$ , і, результати минулих зустрічей команд, місце проведення гри (вдома або в гостях) і т. д. ;

$D$ – результат зустрічі, який оцінюється термами:

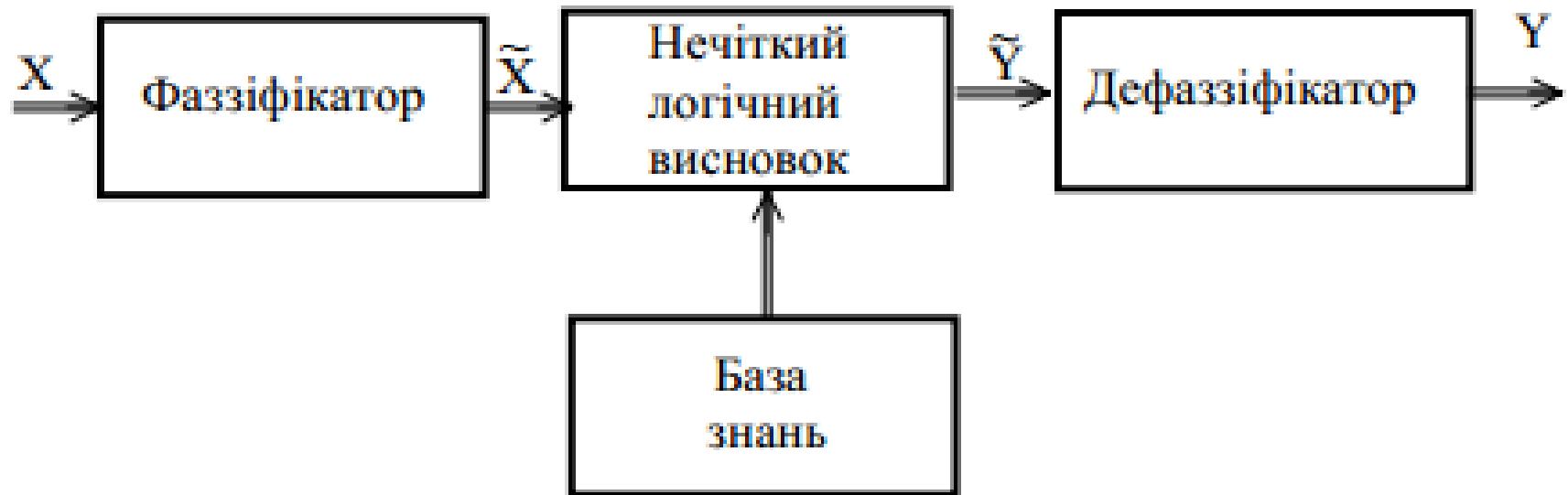
$d_1$ – виграш першої команди (господаря поля),

$d_2$ – нічия,

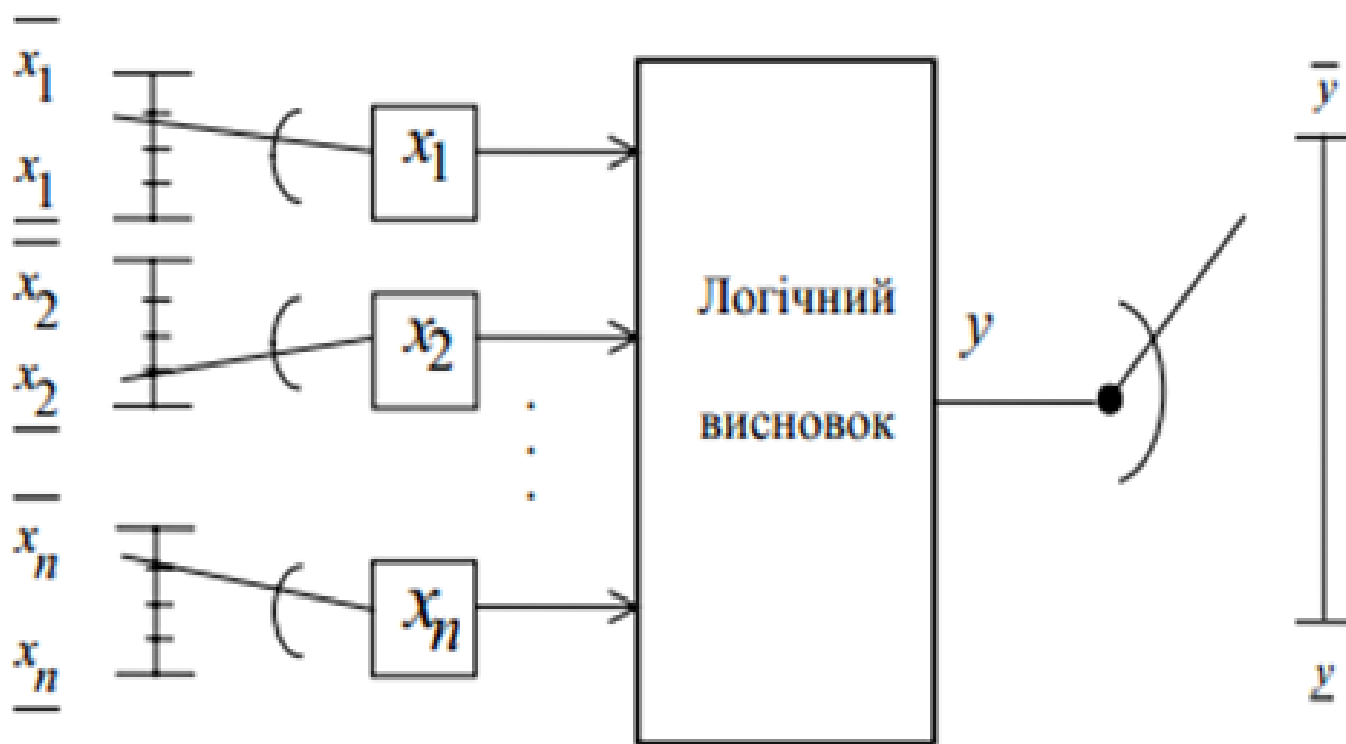
$d_3$ – виграш другої(гостьової) команди.



# Узагальнена структура роботи технології з нечіткими змінними



# Робота технології з кількісними змінними



# Підбір вхідних параметрів

Для побудови нечітких правил основними вхідними даними варто відібрати наступні параметри:

- $x_1$  – різниця втрат головних гравців;
- $x_2$  – різниця ігрових динамік;
- $x_3$  – різниця в класі команд;
- $x_4$  – «фактор поля»;
- $x_5$  – «зустрічі команд».

# Формалізація задачі

Для побудови нечітких правил основними вхідними даними варто відібрати наступні параметри:

$x_1$  – різниця втрат головних гравців;

$x_2$  – різниця ігрових динамік;

$x_3$  – різниця в класі команд;

$x_4$  – «фактор поля»;

$x_5$  – «зустрічі команд».

При оцінці вихідної змінної  $y$  варто використовувати п'ять лінгвістичних терм:

«Велика поразка»;

«Поразка»

«Нічия»;

«Виграш»;

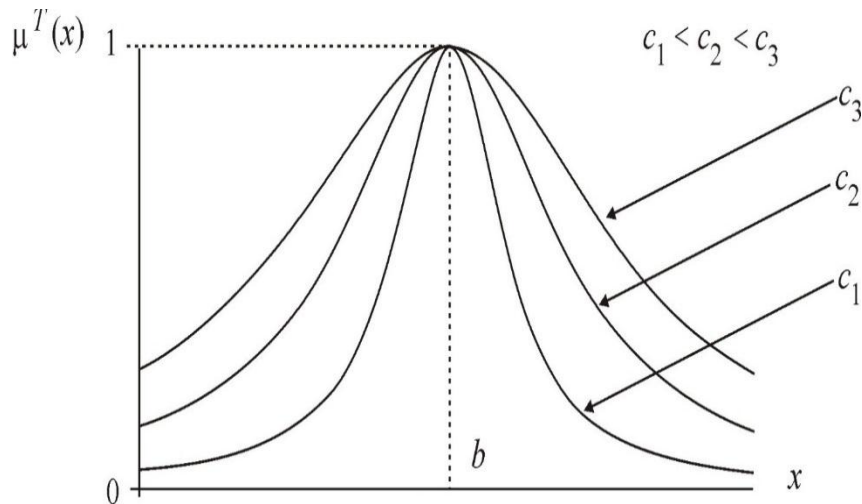
«Великий виграш».

$d_1$  – Виграшта Великий виграш;

$d_2$  – Нічия;

$d_3$  – Поразка та Велика поразка

# Параметри функції належності



Для моделювання використовувалися дзвоноподібні функції належності, задані на єдиній універсальній множині  $U = [0, 100]$ , з параметрами центру ( $b$ ) і стиснення-розтягування ( $c$ )

# Фазивікація змінних

Змінна	Терм-множини	Параметри функції приналежності	
		c	b
$x_1$	Велика лава (BC)	2,55	-6
	Однакова лава (OC)	2,55	0
	Коротка лава (KC)	2,55	6
$x_2$	Суттєва поразка (СП)	4,25	-15
	Поразка (П)	4,25	-5
	Виграш (В)	4,25	5
	Суттєвий виграш (СВ)	4,25	15
$x_3$	Лідер (Л)	2,76	-13
	Верхня половина (ВП)	2,76	-6,5
	Середина (С)	2,76	0
	Нижня половина (НП)	2,76	6,5
	Аутсайдер (А)	2,76	13
$x_4$	Абсолютна навдача (АНд)	0,7	-2
	Невдача (Нд)	0,7	-0,33
	Перевага (Пр)	0,7	1,33
	Абсолютна перевага (АПр)	0,7	3
$x_5$	Позорна зустріч (Пз)	8,5	-20
	Рівна зустріч (Р)	8,5	0
	Розгромна зустріч (Рз)	8,5	20
$y$	Велика поразка (ВП)	0,64	-3
	Поразка (П)	0,44	-0,9
	Нічия (Н)	0,44	0
	Виграш (В)	0,44	0,9
	Великий виграш (ВВ)	0,64	3

# Алгоритм прогнозування футбольних матчів

1. Визначити значення факторів, які характерні для конкретного матчу ( $X^* = X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ ).
2. Розрахувати функції приналежності значень факторів до нечітких термів з бази знань
3. Підставити знайдені в кроці 2 значення в систему нечітких логічних рівнянь, які сформовані на основі нечіткої бази знань и визначити степінь приналежності рішення до термів «Велика поразка», «Поразка», «Нічия», «Виграш», «Великий виграш».
4. Визначити реультуючу нечітку множину як об'єднання відповідних нечітких множин:

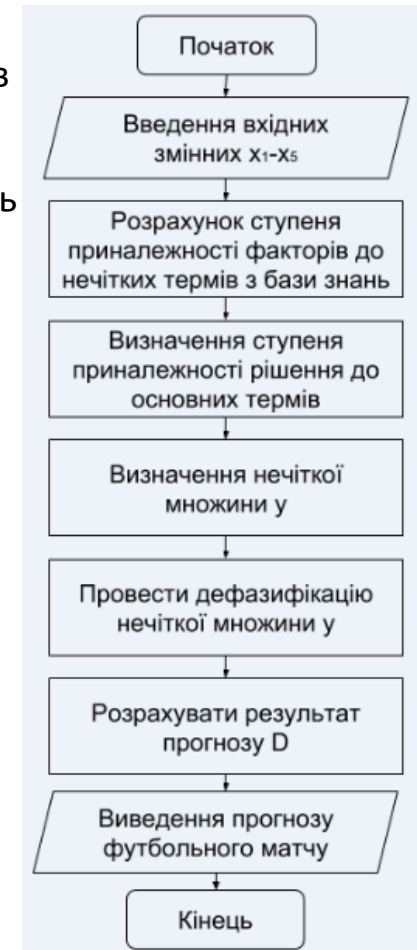
$$\bar{y} = \bigcup_{q \in (ВП, П, Н, В, ВВ)} \int_{-3}^3 \min(\mu_q(X^*), \mu_q(y)) / y$$

5. Провести дефазифікацію отриманої на попередньому кроці множини з використанням методу центра тяжіння [7]:

- $$y = \frac{\int_{-3}^3 y \mu_{\bar{y}}(y) dy}{\int_{-3}^3 \mu_{\bar{y}}(y) dy},$$

6. По отриманій різниці голів визначити результат футбольного матчу:

$$D = \begin{cases} d_1, & \text{if } y \in (0.5, 3] \\ d_2, & \text{if } y \in [-0.5, 0.5] \\ d_3, & \text{if } y \in [-3, -0.5) \end{cases}$$



# Вхідна інформація

Основним джерелом інформації по матчам молодшої ліги є сайт ДЮФЛУ на якому можна переглянути результати матчів, які вже пройшли

Команда		Ігор	Пе	Ні	По	Очки	М`ячі
Колос Ковалівка		1	1	0	0	3	1-0
Волинь Луцьк		1	1	0	0	3	3-2
УФК-Олімпік Харків		2	0	0	2	0	2-4
Коло	Тур	Дата	Господарі		М`ячі	Гості	
Коло 1							
	Тур 1						
		27-05-2018					
			УФК-Олімпік Харків		2:3	Волинь Луцьк	
	Тур 2						
		31-05-2018					



# Налаштування нечіткої моделі

Параметри моделі, які можна налаштувати є параметри функції приналежності для кожного лінгвістичного терма з бази знань і ваги правил. Загальна кількість параметрів, що настраюються становить 64 (20 правил і 22 терма по два параметра функції приналежності для кожного).

Налаштування нечіткої моделі було проведено на вибірці з 65 матчів, зіграних у двох чемпіонатах молодшої Першої ліги U16 та U17.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bara	0,5	0,95	0,5	0,63	0,5	0,75	0,5	1	0	0,22
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Bara	0,1	0,08	0,01	0,29	0,3	1	1	1	1	1

# Тестовий приклад

Для перевірки правильності роботи алгоритму було розглянуто матч «Прем'єр-Ліга» Вінниця та «Атлет» Київ, який закінчився із рахунком 3:1.

Матчу відповідають наступні значення впливаючих факторів:

$$x_1 = -2;$$

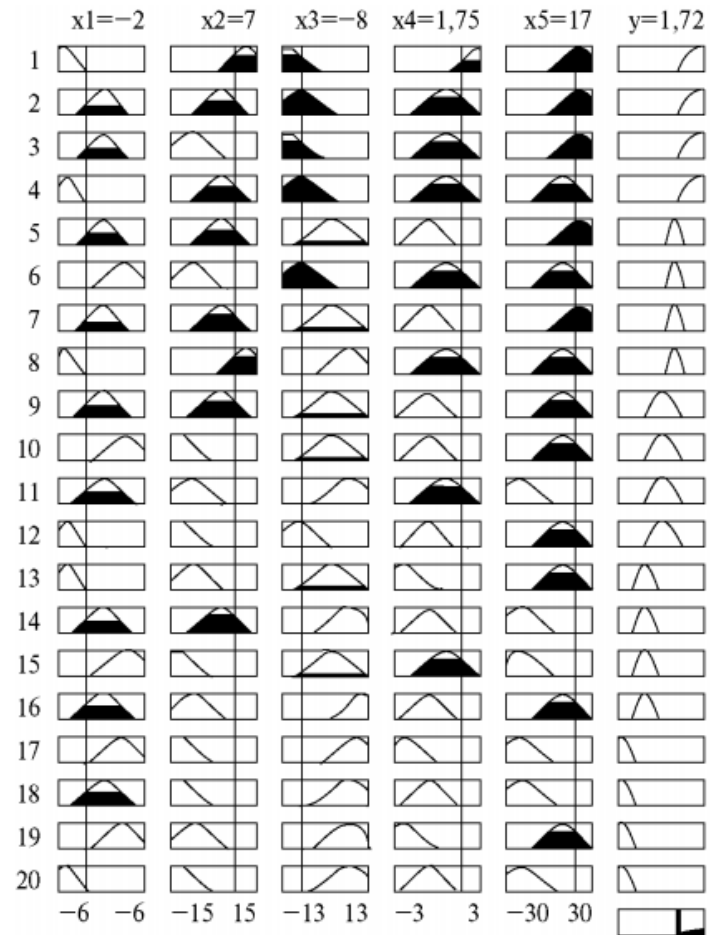
$$x_2 = 7;$$

$$x_3 = -8;$$

$$x_4 = 1,75;$$

$$x_5 = 17.$$

Запропонована нечітка модель прогнозує різницю голів  $y = 1,72$ , що відповідає рішенню  $d_1$  – домашня перемога. На правій частині проілюстровано процедуру нечіткого логічного висновку для цього матчу з використанням інструментів Fuzzy Logic Toolbox програмної середовища MatLab.



# Економічна частина

В даному розділі було виконано оцінювання комерційного потенціалу розробки інформаційної технології оцінювання кредитоспроможності інноваційних проектів.

Проведено технологічний аудит з залученням трьох незалежних експертів. Визначено, що рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього. Дослідження комерційного потенціалу розробки показало, що програмна реалізація нової розробки за своїми характеристиками випереджає аналогічні програмні продукти, а тому є перспективною. Вона має кращі функціональні показники, що свідчить про її конкурентоспроможність.

Витрати на розробку становлять 29180,86 грн. Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 3555920 грн свідчить про отримання прибутку інвестором від комерціалізації програмного продукту.

Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 119%, що набагато вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування, яка складає 25%. Це означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки.

Термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій становить 0,84 року, що також свідчить про доцільність фінансування нової розробки.

# ВИСНОВКИ

Всі задачі, поставлені в завданні на магістерську кваліфікаційну роботу, виконано в повному об'ємі, а саме:

- проаналізовано та вибрано методологію прогнозування для задачі прогнозування результатів футбольних матчів;
- проаналізовано існуючі інтелектуальні технології ідентифікації задачі прогнозування результатів футбольних матчів та вибрано базову;
- сформульовано вимоги до роботи технології та розроблено ТЗ;
- допрацьовано існуючу технологію та модель ідентифікації задачі прогнозування результатів футбольних матчів;
- проведено математичне моделювання роботи етапів допрацьованої технології з використанням апарату нечіткої логіки;
- проведено фазифікацію розроблених моделей;
- розроблено та наповнено базу знань у вигляді матриць з правилами ЯКЩО-ТО;
- на основі допрацьованої технології виконано проектування та програмну реалізацію модуля прогнозування результатів футбольних матчів;
- проведено налаштування роботи модуля прогнозування результатів футбольних матчів та бази знань;
- протестовано роботу налаштованого модуля;
- виконані задачі економічного розділу.

Мета дослідження – збільшення точності прогнозування результатів футбольних матчів досягнута за рахунок введення в модель прогнозування додаткового фактору – кількості та стану запасних гравців, що підвищує адекватність моделі прогнозування і відповідно точність прогнозу.