

Магістерська кваліфікаційна робота  
на тему:

«Прогнозування динаміки захворювань з  
використанням апарату нечіткої логіки»

Виконала ст. гр. 1КН-17м

Тягній М.А.

Науковий керівник: к.т.н., доц.

Сілагін О. В.

# Актуальність

Медицина це галузь що вивчає людський організм, його хвороби та аномалії, які в той же час залежать від дуже багатьох факторів і чинників пов'язаних з кліматом, екологією соціальним становищем навіть з космосом. Іноді прогнозування допомагає виявити нові фактори що впливають на людський організм або перебіг тієї чи іншої хвороби. Прогнозування або передбачення кількості захворювань того чи іншого типу на рівні міста, регіону, і т.д. є необхідним елементом організації лікувально-профілактичних заходів та планування. Тому тема магістерської кваліфікаційної роботи вважаю актуальною.

# Об'єкт, предмет та мета розробки

**Об'єкт** дослідження - це процес прогнозування динаміки захворювань.

**Предмет** дослідження - інформаційні технології, математичні моделі, алгоритми та програмні засоби для прогнозування захворювань.

**Метою** даної роботи є спрощення процедури навчання за рахунок застосування нової інтелектуальної технології на основі екпертно-статистичного методу прогнозування захворювань.

# Задачі на магістерську кваліфікаційну роботу

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- обґрунтувати доцільність створення інтелектуальної технології прогнозування захворювань;
- проаналізувати існуючі технології, методи і моделі прогнозування та вибрати найбільш ефективні;
- сформулювати вимоги до роботи технології та розробити ТЗ;
- на основі існуючої технології ідентифікації Заде розробити нову інформаційну технологію прогнозування захворювань;
- провести математичне моделювання роботи етапів нової 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 захворювання гострим панкреатитом ;
- реалізувати та налаштувати роботу модуля прогнозування захворювання гострим панкреатитом;
- протестувати роботу налаштованого модуля;
- виконати задачі економічного розділу.

## Наукова новизна

одержаних результатів полягає в наступному:

- запропоновано нову інтелектуальну технологію прогнозування, яка відрізняється від існуючої інтелектуальної технології ідентифікації Заде тим, що при створенні бази знань поєднує експертні знання зі статистикою, чим спрощує процес навчання
- розроблена та фазифікована спеціалізована математична модель виведення прогнозу частоти захворювань, що орієнтована на новостворену технологію.

## Практичне значення

одержаних результатів полягає у наступному:

- розроблено алгоритми нечіткого логічного виведення результатів прогнозування частоти захворювань;
- розроблено діаграму класів модуля прогнозування динаміки захворювань;
- реалізовано експериментальний програмний засіб.

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

## **Апробація результатів роботи**

Результати досліджень апробовано в доповіді на міжнародній науково-практичній конференції «ІОН-2018», та щорічній регіональній науково-практичній конференції «ВНТУ-2018»

## **Публікації**

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано матеріали в збірнику праць «ІОН-2018» (Інтелектуальні технології ідентифікації в медицині) [1], тези доповіді конференції «ВНТУ-2018» (Використання апарату нечіткої логіки при прогнозуванні динаміки захворювань) [2].

# Огляд аналогів

Назва системи	Сфера застосування	Застосована методологія	Нлаштування (навчання)
АСПОН-Д	Прогнозування розвитку патологій у дітей	Ймовірностно-статистичні, екстраполяційні	Експертом
PASS	Прогнозування фармакологічних властивостей	Експертний	Експертом
«ПРОГНОЗ»	Прогнозування інфекційних уражень	Експертно-лінгвістичний (нечітка логіка)	Експертом
Розроблюваний модуль	Прогнозування захворювань гострим панкреатитом	Експертно-лінгвістичний, статистично-екстраполяційний	Експертом √Автоматизовано



# Аналіз методів прогнозування



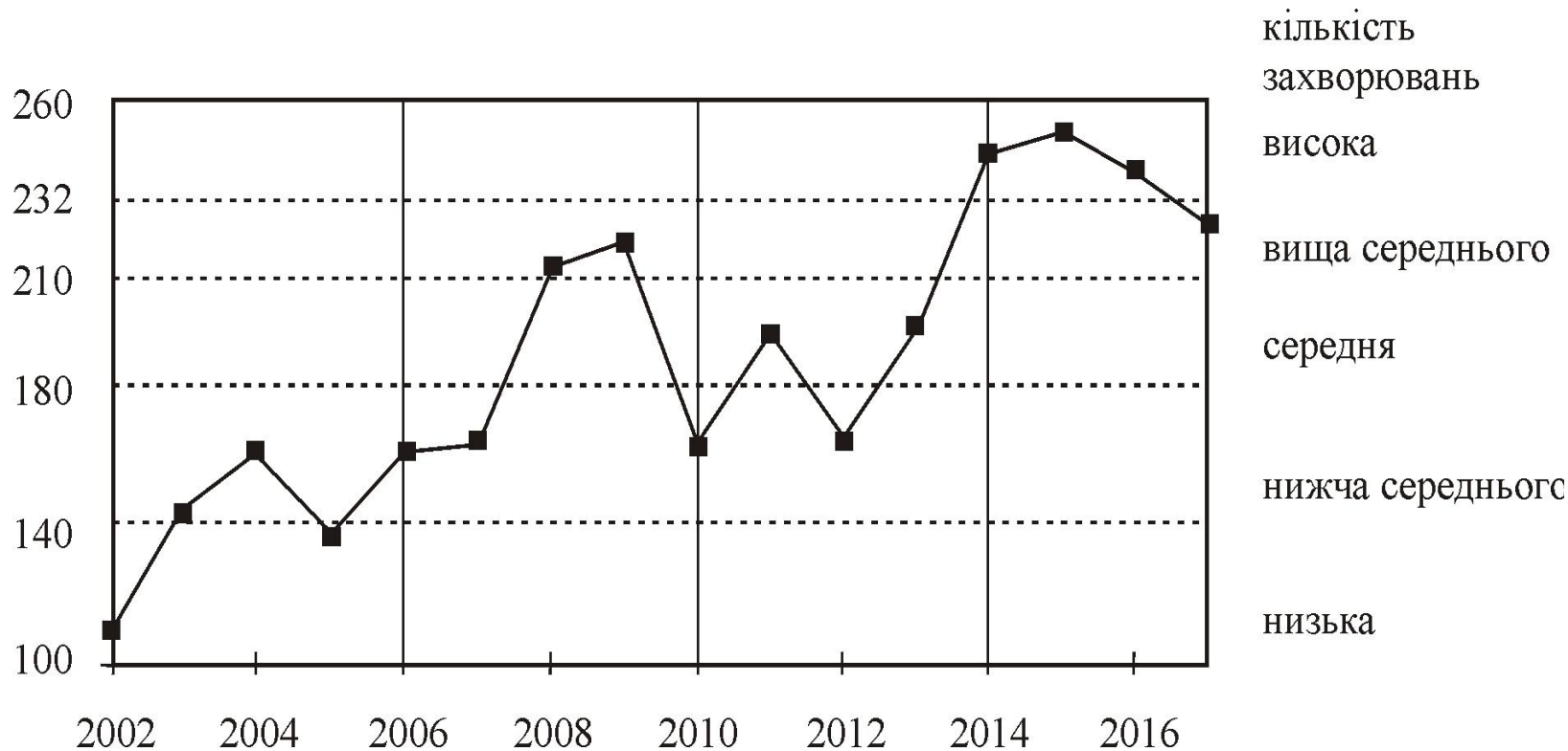
- Найбільш перспективними для задач прогнозування динаміки захворювань є поєднання експертного та статистично-екстраполяційного методів із застосуванням лінгвістично – нечітких закономірностей [15]

# Постановка задачі

Кількість захворювань гострим панкреатитом по Вінницькій області, згідно з даними Вінницького обласного управління охорони здоров'я в 2002-2016 роках

Рік	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Кількість захворювань	109	143	161	136	161	163	213	220
Рік	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кількість захворювань	162	194	164	196	245	252	240	-

# Динаміка захворювань та лінгвістичні терми

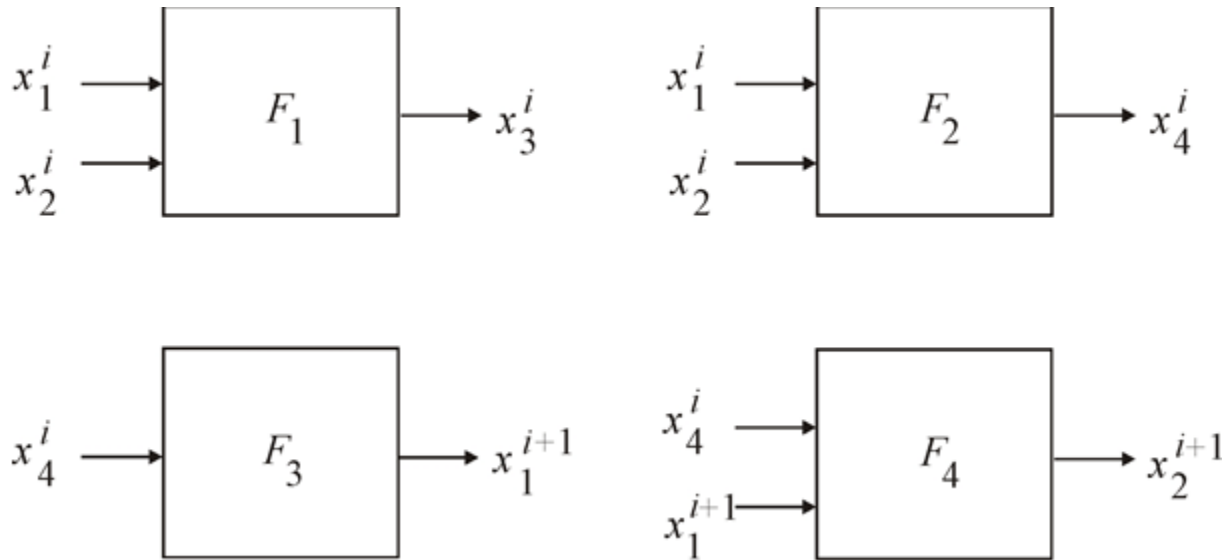


# Експертно-лінгвістичні закономірності

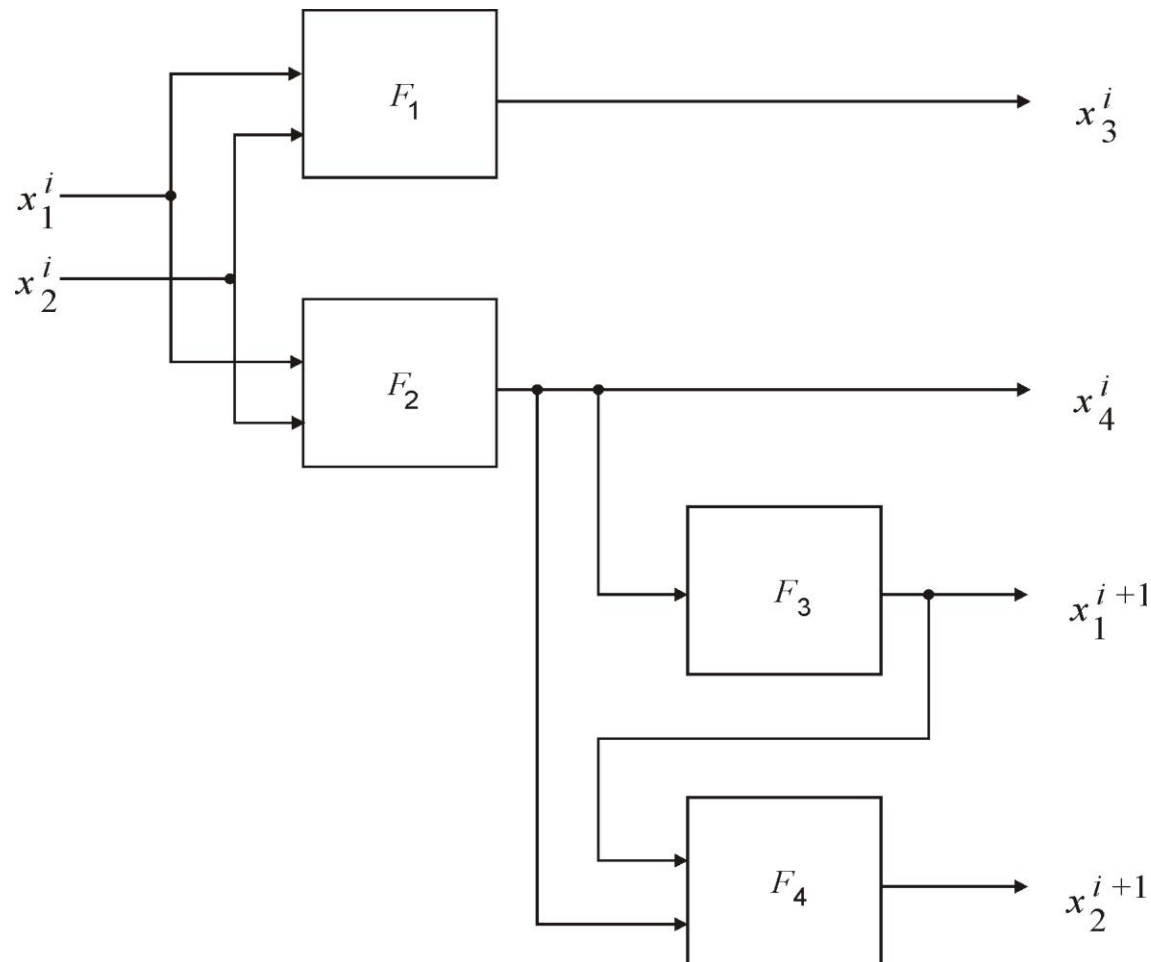
Закономірності, які вдається спостерігати, можна записати у вигляді чотирьох експертних висловів на природній мові. Ці вислови і є продукційними правилами ЯКЩО-ТО, які з'єднують кількість захворювань в  $i$ -тому і  $(i+1)$ -тому циклах

<p>F1:</p> <p>ЯКЩО <math>x_1^i</math> =низьке          І <math>x_2^i</math> = нижче середнього,          ТО <math>x_3^i</math> =нижче середнього.          ЯКЩО <math>x_1^i</math> = нижче середнього          І <math>x_2^i</math> = нижче середнього,          ТО <math>x_3^i</math> =вище середнього.          ЯКЩО <math>x_1^i</math> = нижче середнього          І <math>x_2^i</math> = середнє,          ТО <math>x_3^i</math> =нижче середнього.          ЯКЩО <math>x_1^i</math> = високе          І <math>x_2^i</math> = високе,          ТО <math>x_3^i</math> =високе.</p>	<p>F2:</p> <p>ЯКЩО <math>x_1^i</math> =низьке          І <math>x_2^i</math> = нижче середнього,          ТО <math>x_4^i</math> =низьке.          ЯКЩО <math>x_1^i</math> = нижче середнього          І <math>x_2^i</math> = нижче середнього,          ТО <math>x_4^i</math> =вище середнього.          ЯКЩО <math>x_1^i</math> = нижче середнього          І <math>x_2^i</math> = середнє,          ТО <math>x_4^i</math> =нижче середнього.          ЯКЩО <math>x_1^i</math> = високе          І <math>x_2^i</math> = високе,          ТО <math>x_4^i</math> =високе.</p>
<p>F3 :</p> <p>ЯКЩО <math>x_4^i</math> = низьке,          ТО <math>x_1^{i+1}</math> =нижче середнього.          ЯКЩО <math>x_4^i</math> = вище середнього,          ТО <math>x_1^{i+1}</math> = нижче середнього.          ЯКЩО <math>x_4^i</math> = середнє,          ТО <math>x_1^{i+1}</math> =високе.</p>	<p>F4 :</p> <p>ЯКЩО <math>x_4^i</math> = низьке          І <math>x_1^{i+1}</math> = нижче середнього,          ТО <math>x_2^{i+1}</math> =нижче середнього.          ЯКЩО <math>x_4^i</math> = вище середнього          І <math>x_1^{i+1}</math> = нижче середнього,          ТО <math>x_2^{i+1}</math> = середнє.          ЯКЩО <math>x_4^i</math> = всереднє          І <math>x_1^{i+1}</math> високе,          ТО <math>x_2^{i+1}</math> =високе.</p>

# Функціональні зв'язки між кількістю захворювань

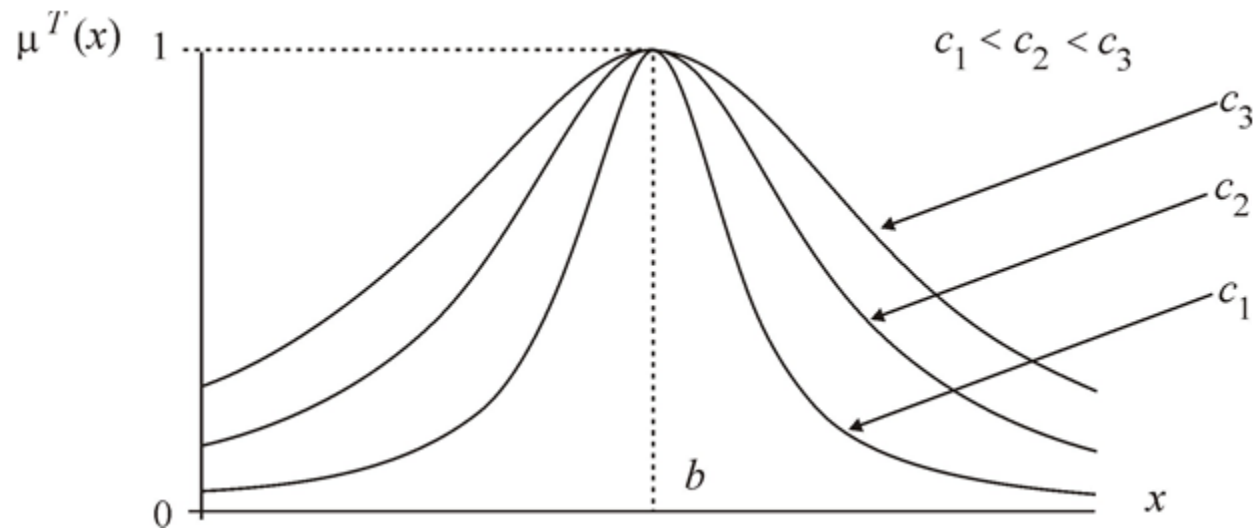


# Мережа залежностей



Мережа залежностей, яка об'єднує сформовані вище правила, демонструє, що по двом першим рокам  $i$ -го циклу можна прогнозувати на чотири роки вперед: на два останніх роки  $i$ -го циклу і на два перших роки наступного,  $(i+1)$ -го циклу

# Модель функції належності

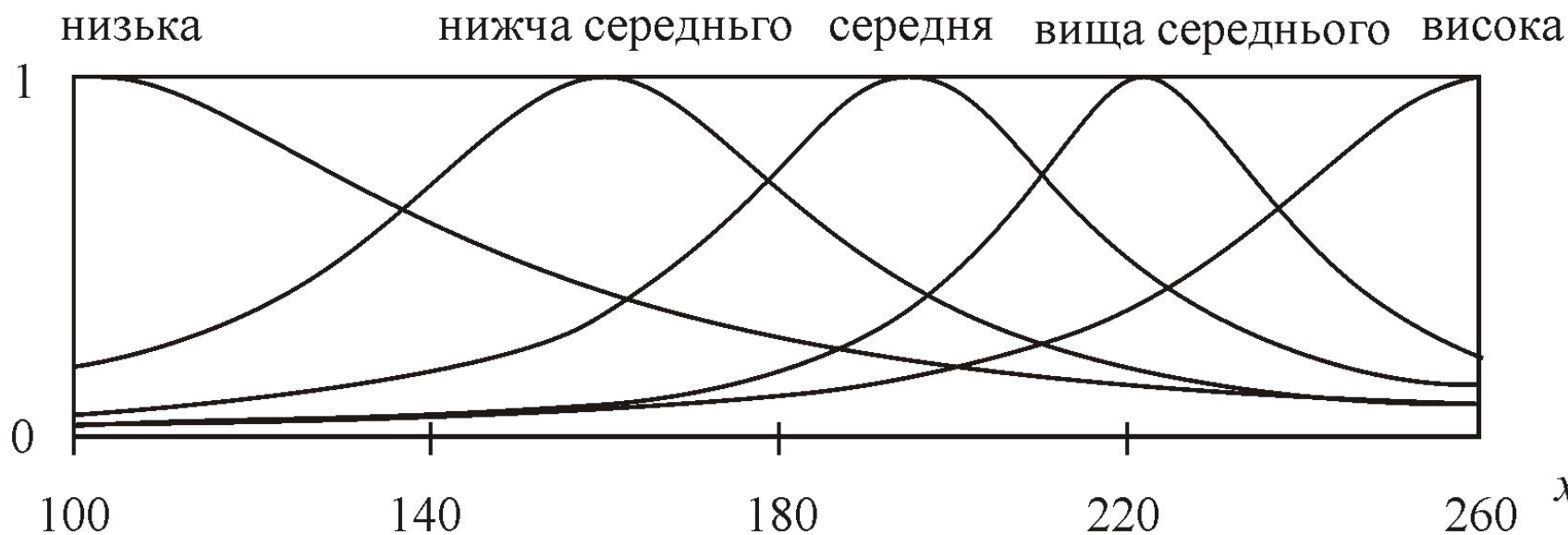


Вибранні експертом параметри  $b$  і  $c$  для різних лінгвістичних оцінок, які використовуються у правилах представлені у таблиці

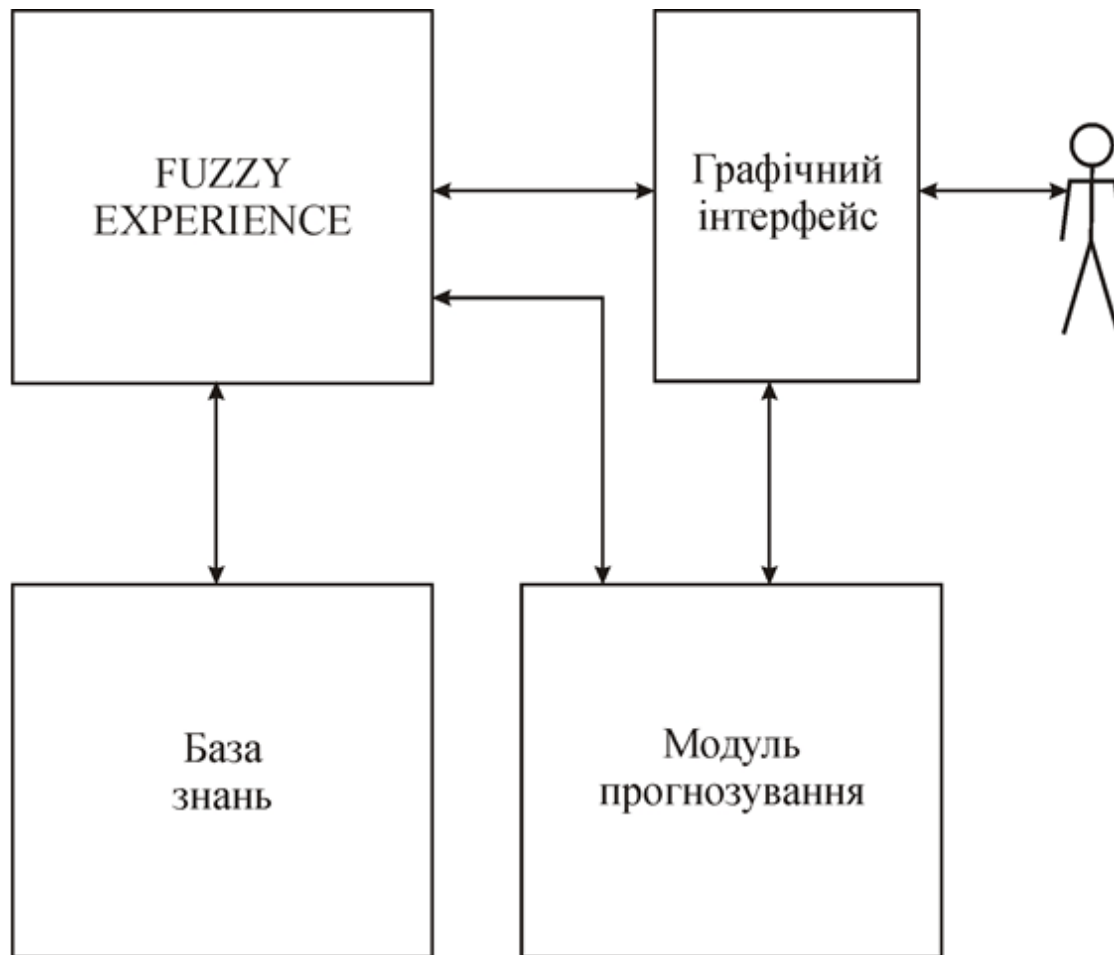
Лінгвістичні оцінки змінних $x_1^i \div x_4^i$	параметр	
	$b$	$c$
низька(Н)	100	50
нижче середнього(НС)	160	30
середня (С)	195	25
вище середнього(ВС)	222	20
висока(В)	260	30



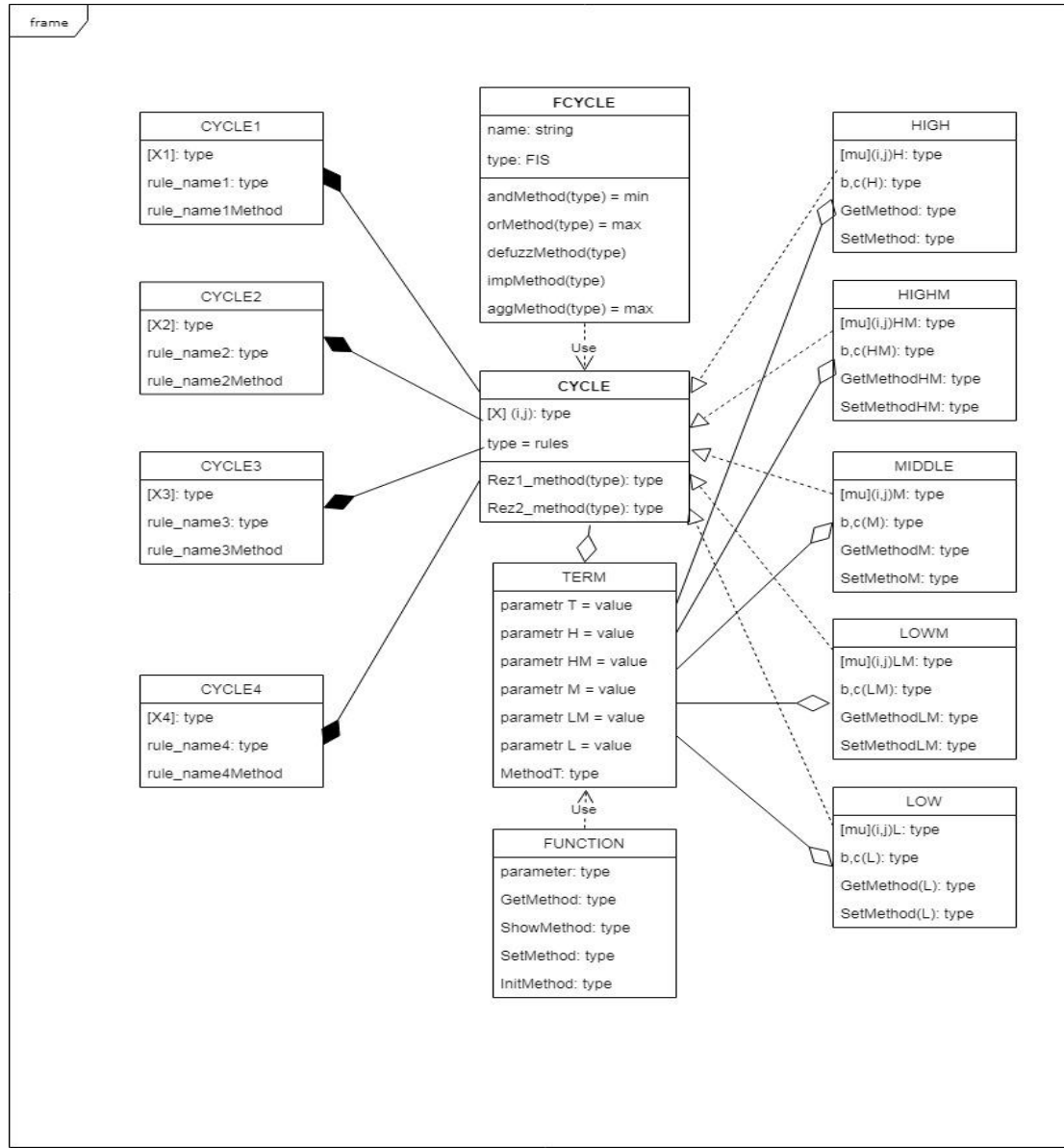
# Функції належності лінгвістичних оцінок до налаштування



# Модуль прогнозування захворювань в системі FUZZY EXPERIENCE



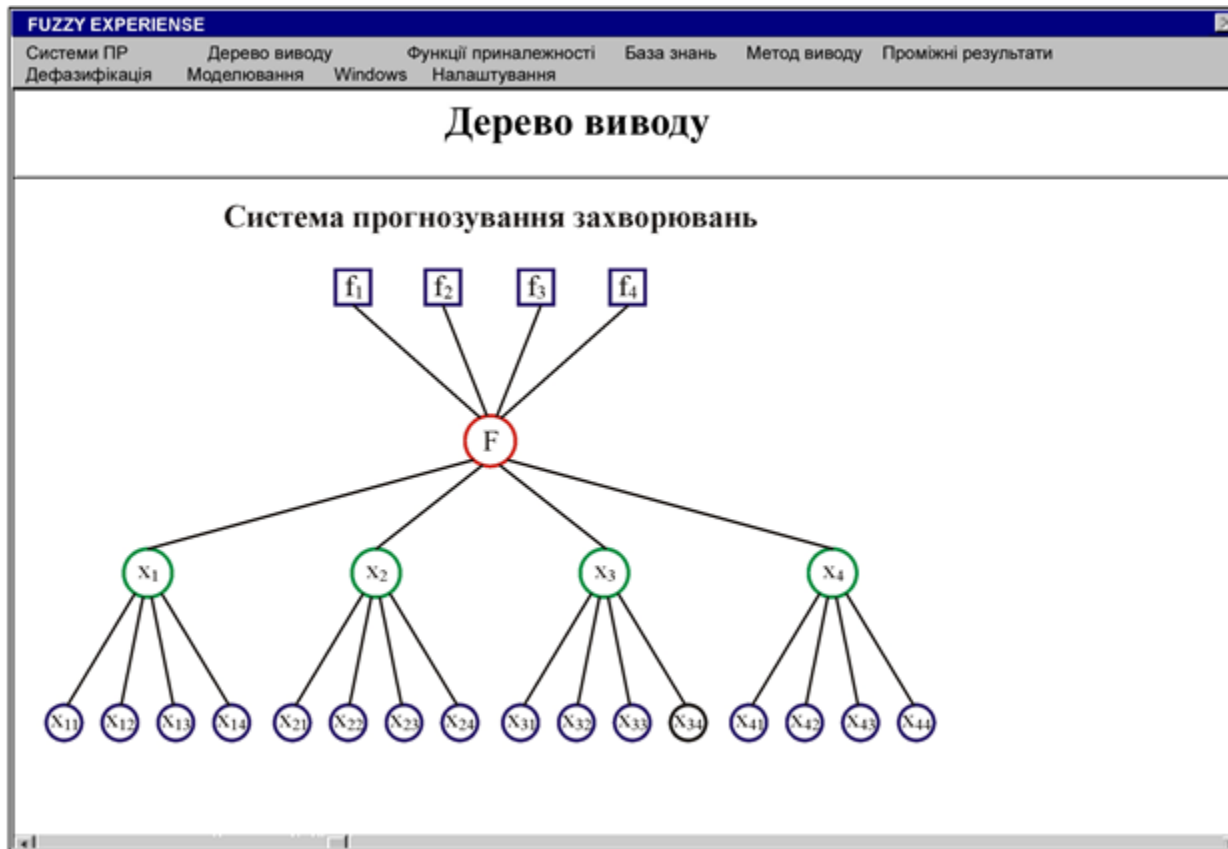
# Діаграма класів модуля прогнозування динаміки захворювань



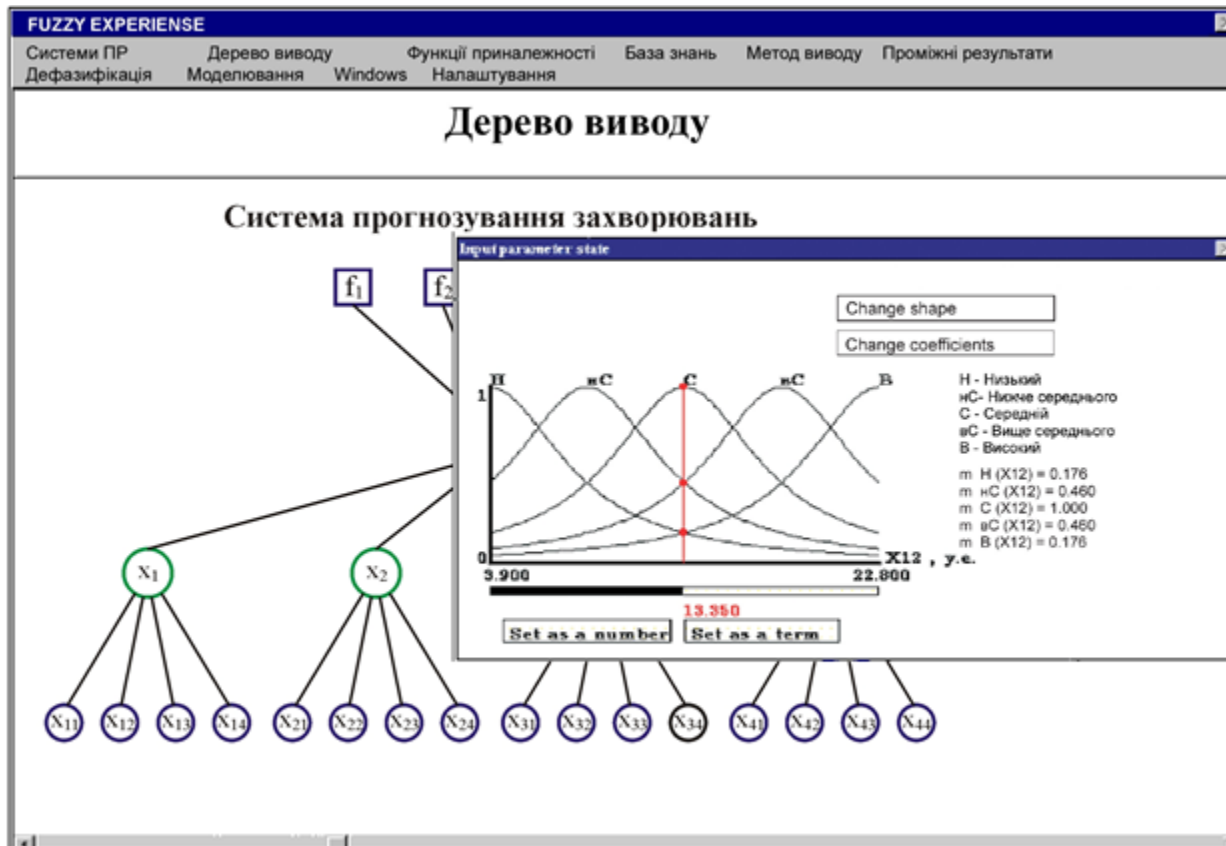
# Алгоритм роботи модуля прогнозування



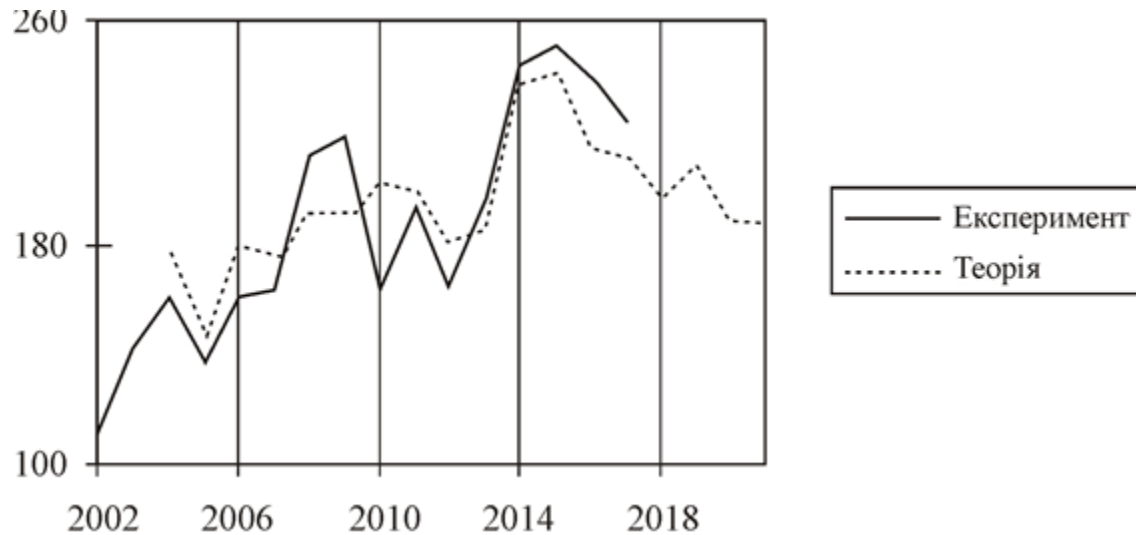
# Сформоване дерево виведення прогнозу динаміки захворювань



# Визначення функцій належності



# Зіставлення експериментальних даних і моделі прогнозу до налаштування

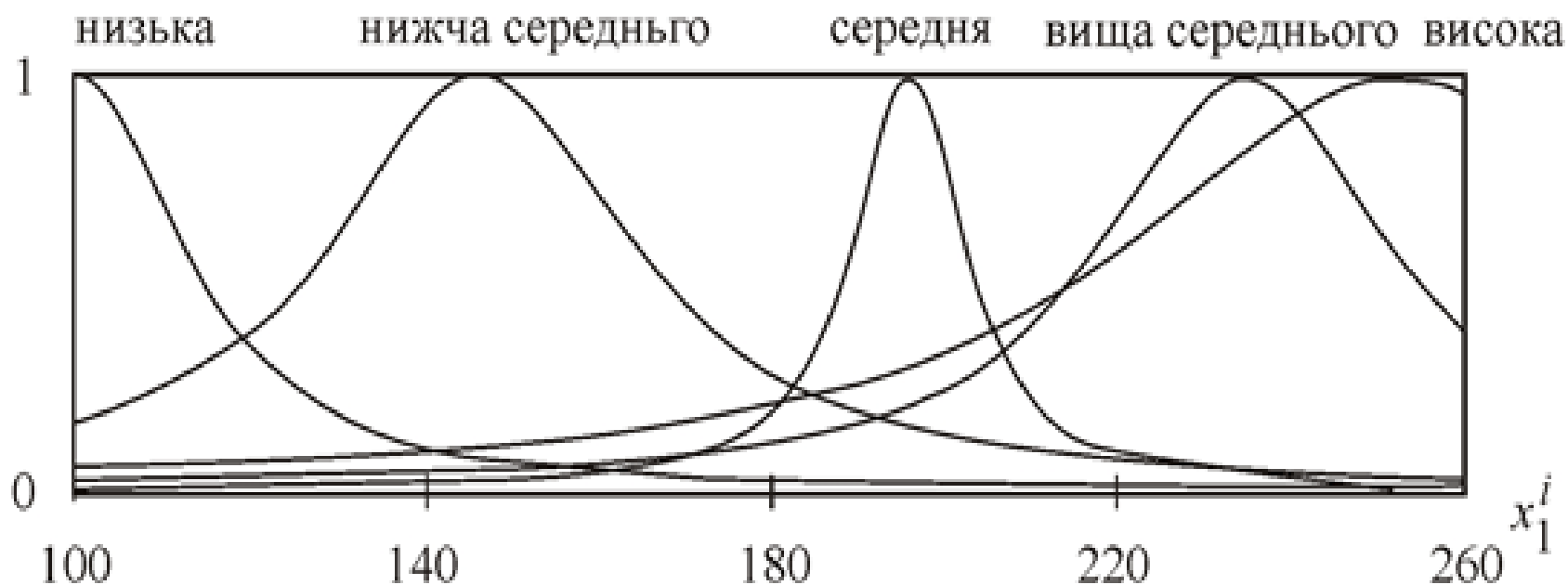


# Налаштування моделі прогнозування

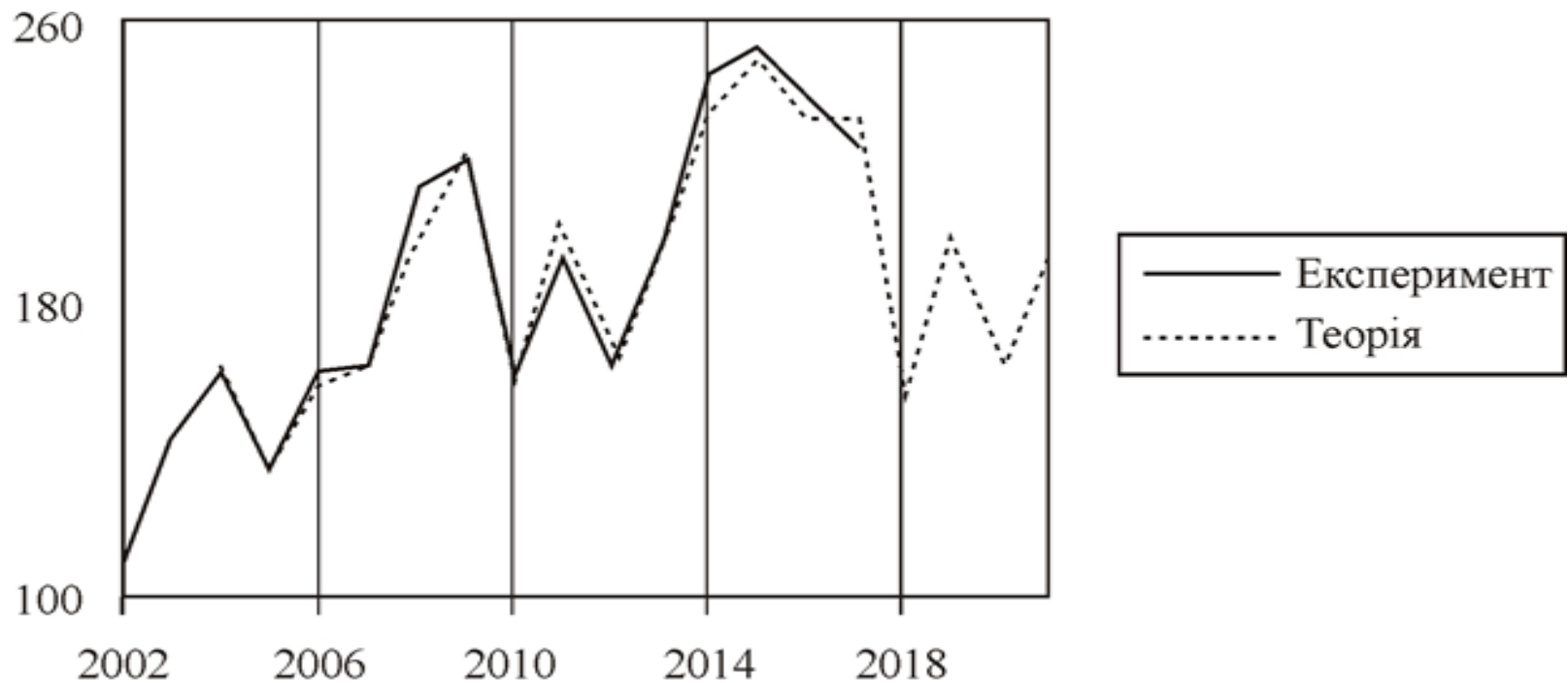
Задача налаштування складається в підборі таких параметрів  $b$  і  $c$  функцій належності лінгвістичних оцінок, а також вагових коефіцієнтів продукційних правил, які забезпечать мінімум розбіжності між теоретичною та експериментальною кількістю захворювань. Ця задача оптимізації вирішується на системі нелінійних рівнянь із використанням генетичного алгоритму бібліотек середовища FUZZY EXPERIENCE.



# Функції приналежності лінгвістичних оцінок після налаштування



# Зіставлення експериментальних даних і моделі прогнозу після налаштування



# Експериментальна та теоретична кількість захворювань

Рік	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Експеримент	109	143	161	136	161	163	213	220	162	194
Теорія			163	135	158	165	199	222	159	201
Помилка			2	1	3	2	14	2	3	7
Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Експеримент	164	196	245	252	240					
Теорія	168	198	234	247	231	232	154	199	163	195
Помилка	4	2	11	5	9	7				

Величина похибки по відношенню до середнього значення складає:

$$14:174 = 0.08 \text{ (8\%)}$$

# ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Згідно із розрахунками всіх статей витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи загальні витрати на розробку складають 69216,06 грн.

Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 816976,88 грн., що свідчить про отримання прибутку інвестором від комерціалізації програмного продукту.

Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 140%, що означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки.

Термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій становить 0,71 року, що також свідчить про доцільність фінансування нової розробки.

# ВИСНОВКИ

Всі задачі, поставлені перед магістерською кваліфікаційною роботою виконано в повному об'ємі, а саме:

- обґрунтована доцільність створення інформаційної технології прогнозування захворювань;
- проаналізовані існуючі технології, методи і моделі прогнозування та вибрані найбільш ефективні;
- сформульовані вимоги до роботи технології та розроблене ТЗ;
- на основі існуючої технології ідентифікації Зале розроблено нову інтелектуальну технологію прогнозування захворювань;
- проведено математичне моделювання роботи етапів нової технології з використанням апарату нечіткої логіки;
- проведено фазифікацію розроблених моделей;
- розроблено та наповнено базу знань у вигляді матриць з правилами ЯКЩО-ТО;
- на основі розробленої технології виконано проектування модуля прогнозування захворювання гострим панкреатитом ;
- реалізовано та налаштовано роботу модуля прогнозування захворювання гострим панкреатитом;
- протестовано роботу налаштованого модуля
- виконано задачі економічного розділу.

Результати, одержані в процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи пройшли апробацію на Регіональній науково-практичній конференції ФІТКІ 2017, опубліковані на сайті та в електронному депозитарії ВНТУ [1] та плануються до впровадження в розробки науково-технічного підприємства ТОВ «ІТІ».

Мета роботи – спрощення процедури навчання досягнуто за рахунок застосування нової інтелектуальної технології на основі експертно-статистичного методу прогнозування. Трудомісткість навчання напряму залежить від кількості лінгвістичних термів та продукційних правил. При застосуванні класичного підходу ми маємо 6 лінгвістичних термів та 56 правил. При застосуванні нової технології, при тій же кількості термів достатньо всього 14 правил