

Дипломна робота

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Виконав студент гр. 1КНсп-15 Штемпуря Р.С.
Науковий керівник: к.т.н., доц., Колесницький О.К.

Об'єкт – процес неруйнівного контролю виробів, а саме: процес визначення параметрів неоднорідностей у виробках за результатами електромагнітних вимірювань.

Предмет – програмні засоби неруйнівного контролю виробів на основі нейронних мереж.

Мета дипломної роботи – підвищення достовірності визначення параметрів можливих неоднорідностей у виробках за результатами електромагнітних вимірювань за рахунок застосування нейронних мереж.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМАТИКИ

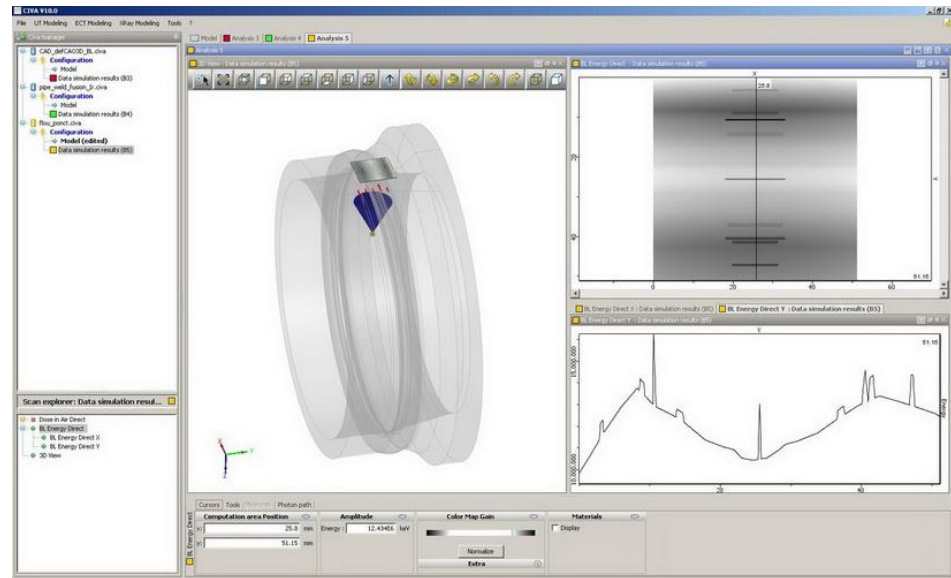
Неруйнівний контроль - контроль властивостей і параметрів об'єкта, при якому не повинна бути порушена придатність об'єкта до використання та експлуатації.

Неруйнівний контроль має важливе прикладне значення при:

- 1) розробці технологій отримання нових матеріалів з нано-структурою,
- 2) отриманні нових композитних матеріалів з порошків,
- 3) розморожуванні матеріалів,
- 4) сушці матеріалів.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

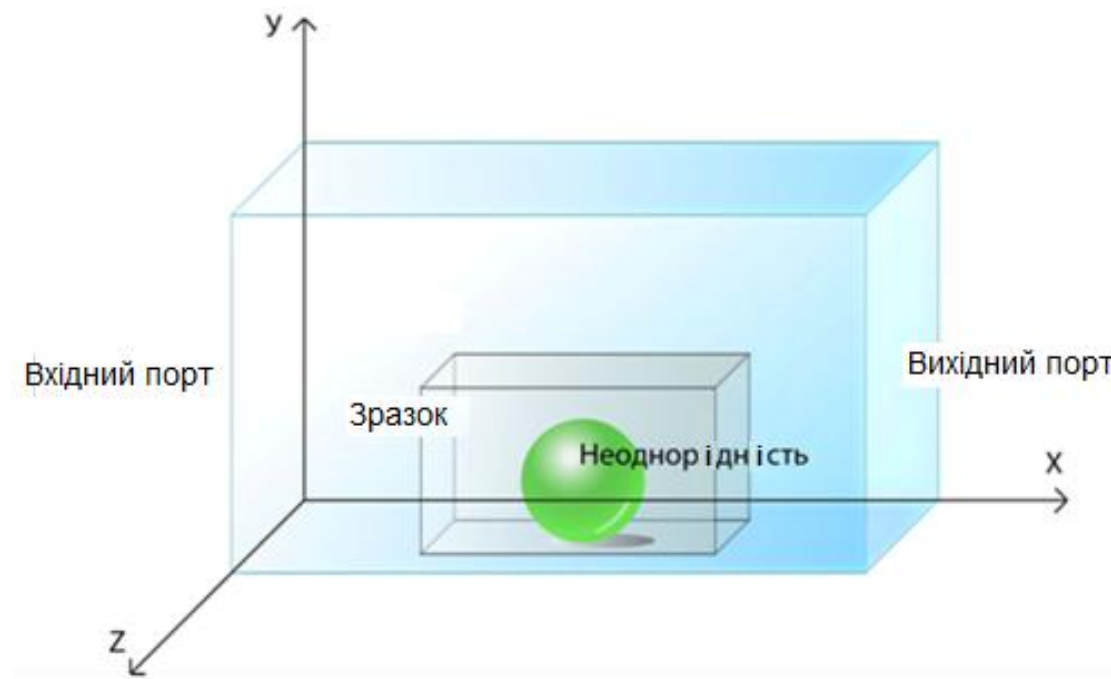
Аналог –
програмний
комплекс
CIVA



Показник	Варіанти		Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий (товар-конкурент)	Новий (інноваційне рішення)	
1. Нормативні параметри Наявність ліцензій	+	+	0,05
2. Технічні параметри Простота завантаження і маніпуляції з даними.	середній	високий	0,65
3. Економічні параметри			
Ціна реалізації, тис.грн.	5,7	5,47	0,15
Експлуатаційні витрати, тис.грн.	80,0	39,4	0,15

Нормативні, технічні та економічні параметри інноваційного рішення і товару-конкурента

Постановка задачі



Задача: визначити параметри неоднорідності, якими є : положення цієї неоднорідності в зразку, тобто координати x , y , z , а також розмір самої неоднорідності, тобто її радіус r .

Дані параметри відновлюються за результатами НВЧ вимірювань. В якості вимірюваних параметрів виступає матриця розсіювання або S-параметри. Матриця розсіювання – це матриця, елементи якої описують фізичні параметри розсіювання.

Аналіз предметної області

Відомі методи для реалізації неруйнівного контролю виробів:

- 1) Аналітичні методи розв'язання обернених задач електродинаміки
- 2) Наближені методи розв'язання обернених задач електродинаміки

Недоліки відомих методів

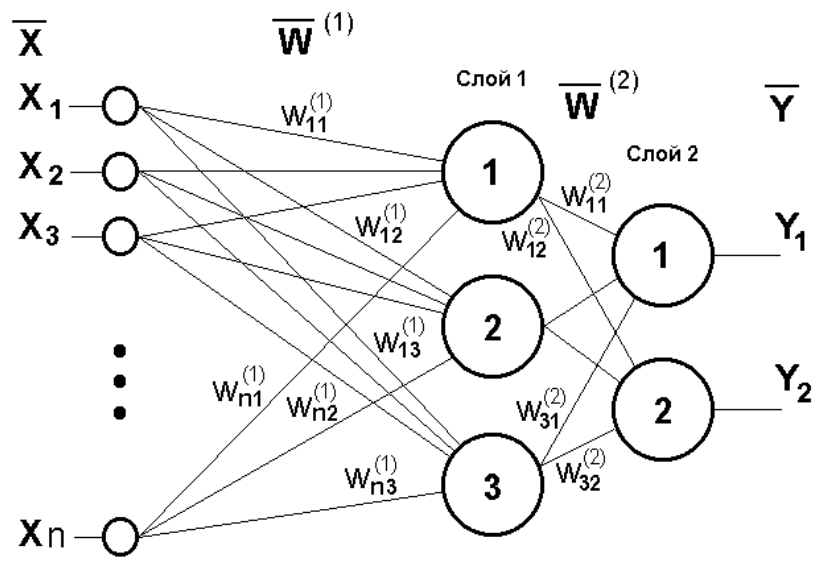
- 1) підвищена складність їх вирішення
- 2) нелінійні, тобто невідома функція або невідомий параметр входить в операторне або функціональне рівняння нелінійним чином;
- 3) рішення обернених задач зазвичай не єдині.

Обрано метод нейронних мереж

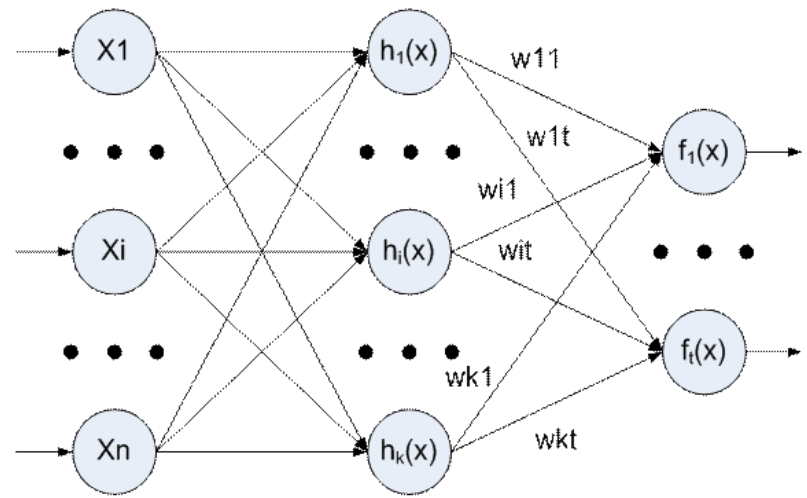
Переваги методу:

- 1) **Мінімальна підготовча робота** - для початку роботи нейронної мережі необхідна мінімальна аналітична робота з вивчення даних.
- 2) **Універсальність моделі** - можливість вирішення різного спектру завдань, достатньо навчити нейронну мережу на нових даних і вона зможе вирішувати змінену задачу. Наприклад, відновлювати параметри не сферичної неоднорідності, а циліндричної або кубічної неоднорідності

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ



Багатошаровий перцептрон



Радіально-базисна мережа

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ РБФ

Математичну основу РБ-мережі становить метод потенціальних функцій, що дозволяє подати деяку функцію $y(x)$ у вигляді суперпозиції потенціальних або базисних функцій $f_i(x)$

$$y(x) = \sum_{i=1}^N a_i f_i(x) = a^T f(x),$$

де $a_i(t) = (a_1, a_2, \dots, a_N)^T$ - вектор параметрів, які підлягають визначенню; $f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_N(x))^T$ - вектор базисних функцій.

У РБМ як базисні вибираються деякі функції відстані між векторами:

$$f_i(x) = f(\|x - c_i\|).$$

Вектори c_i називають центрами базисних функцій. Функції $f_i(x)$ вибираються невід'ємними й зростаючими при зменшенні $\|x - c_i\|$. Як міра близькості векторів x й c_i вибираються звичайно або евклідова метрика $\|x - c_i\| = (\sum_{j=1}^N (x_j - c_{ij})^2)^{\frac{1}{2}}$, або манхетенська $\|x - c_i\| = \sum_{j=1}^N |x_j - c_{ij}|$, де $|x_j - c_{ij}| = (x_j - c_{ij}) \operatorname{sgn}(x_j - c_{ij})$:

$$\operatorname{sgn}(x_j - c_{ij}) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } (x_j - c_{ij}) > 0; \\ 0, \text{ якщо } (x_j - c_{ij}) = 0; \\ -1, \text{ якщо } (x_j - c_{ij}) < 0. \end{cases}$$

Радіально-базисні мережі мають багато спільного зі стохастичними мережами. Як і стохастичні мережі, РБМ мають високу швидкість навчання. Слід також зазначити, що при їхньому навчанні не виникає проблем з «застряганням» у локальних мінімумах.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ

- мова програмування C#
- Середовище розробки - Microsoft Visual Studio 2012, надане кафедрою КН у рамках програми Dream Spark

ЗАГАЛЬНА СТРУКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Весь проект логічно розділений на три складові.

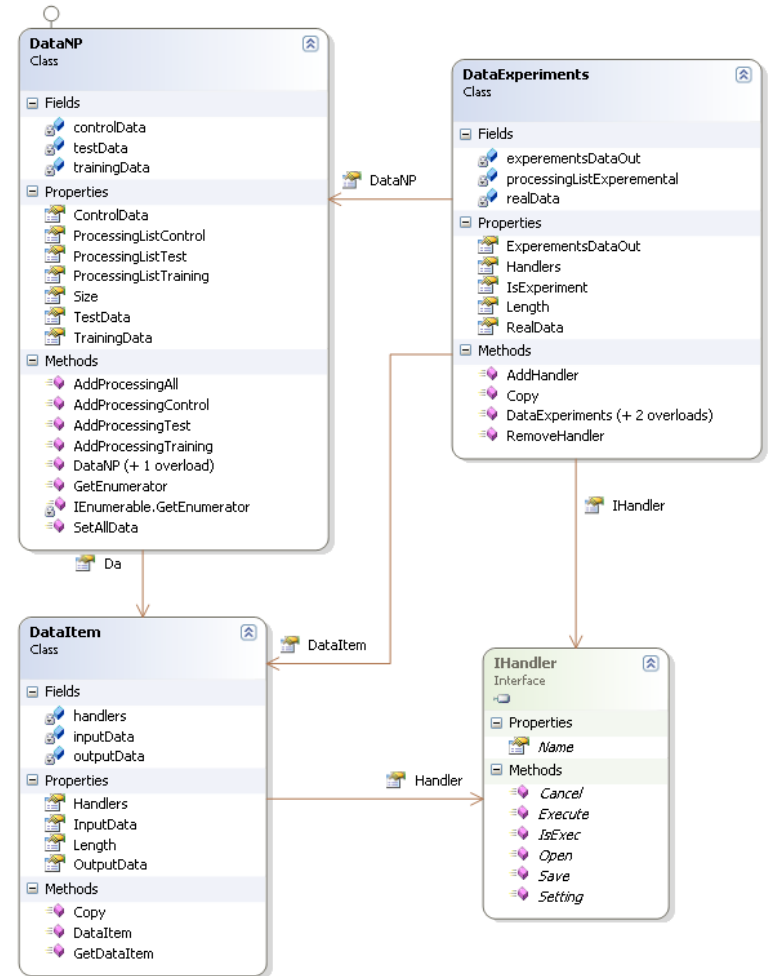
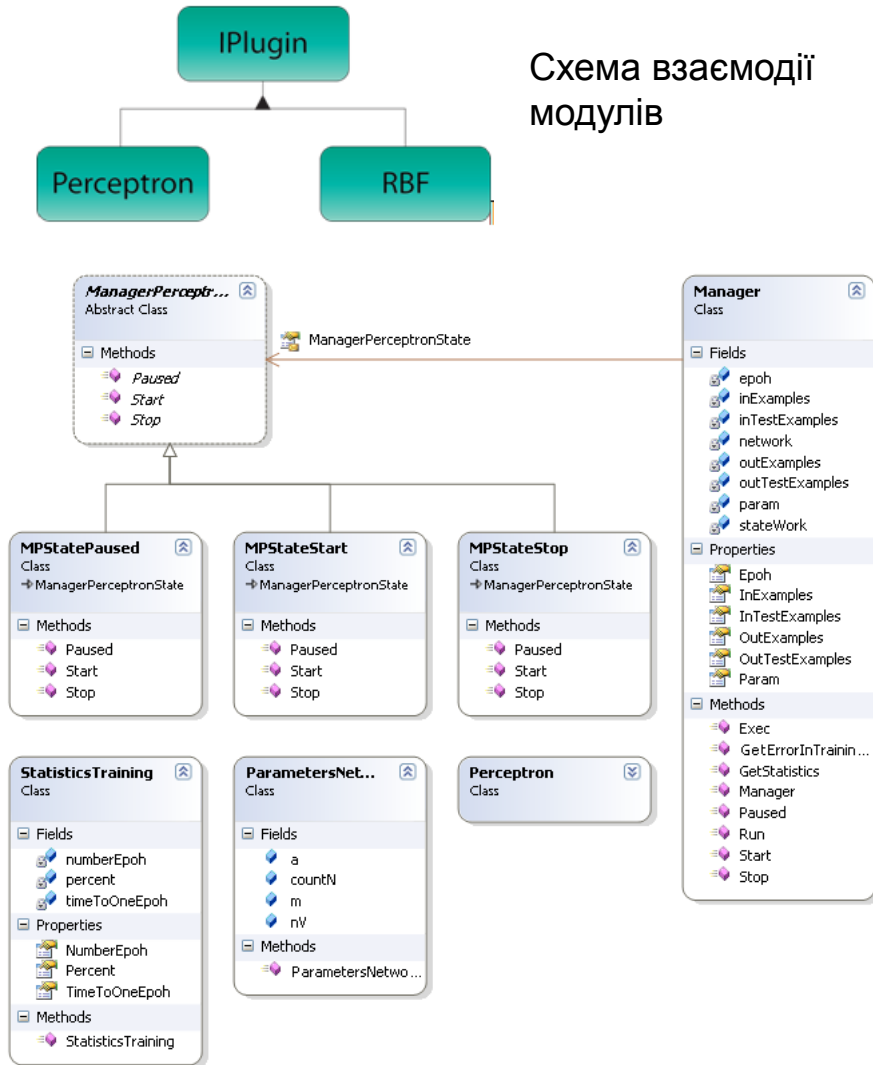
Перша - це основна програма, яка містить у собі всі WINDOWS-форми для взаємодії з користувачем.

Друга - це бібліотека, в якій міститься класи для роботи з даними.

Третя - це динамічно під'єднувані модулі ШНМ і модулі для обробки даних.

ДІАГРАМИ КЛАСІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Схема взаємодії модулів



Діаграма класів для роботи з даними

ВІКНА НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Навчання

Параметри НМ

Кіль-сть прихованих шарів: 1

Кіль-сть нейронів у прихованих шарах: 2

Швидкість навчання: -1

Альфа: -1

Коеф. інерції: 0

Кіль-сть епох: 250

Навчання Пауза Стоп

Інформація

Час навчання:

Залишилось часу:

Швидкість навчання [епох/сек]:

Помилка на тестовій множині:

Вікно налаштування перцептрона

Розподілити дані

Загальна кількість даних: 695

Навчальна множина

Кількість: 650 %: 94

Тестова множина

Кількість: 22 %: 3

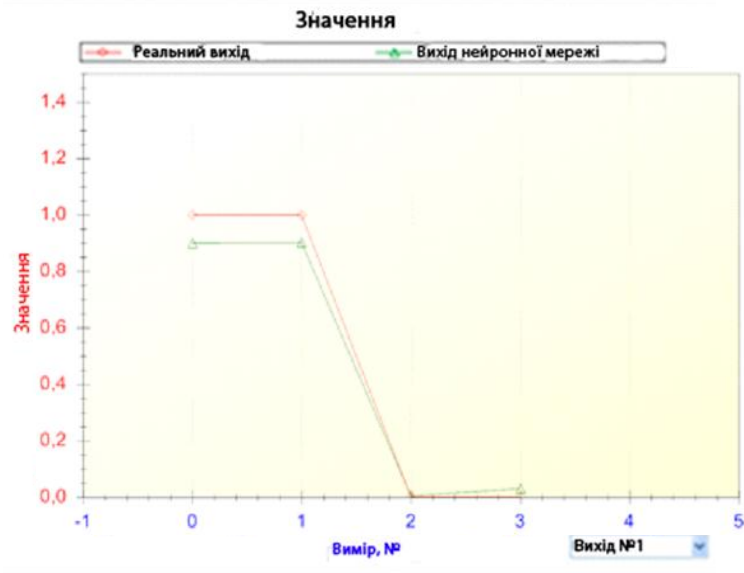
Контрольна множина

Кількість: 21 %: 3

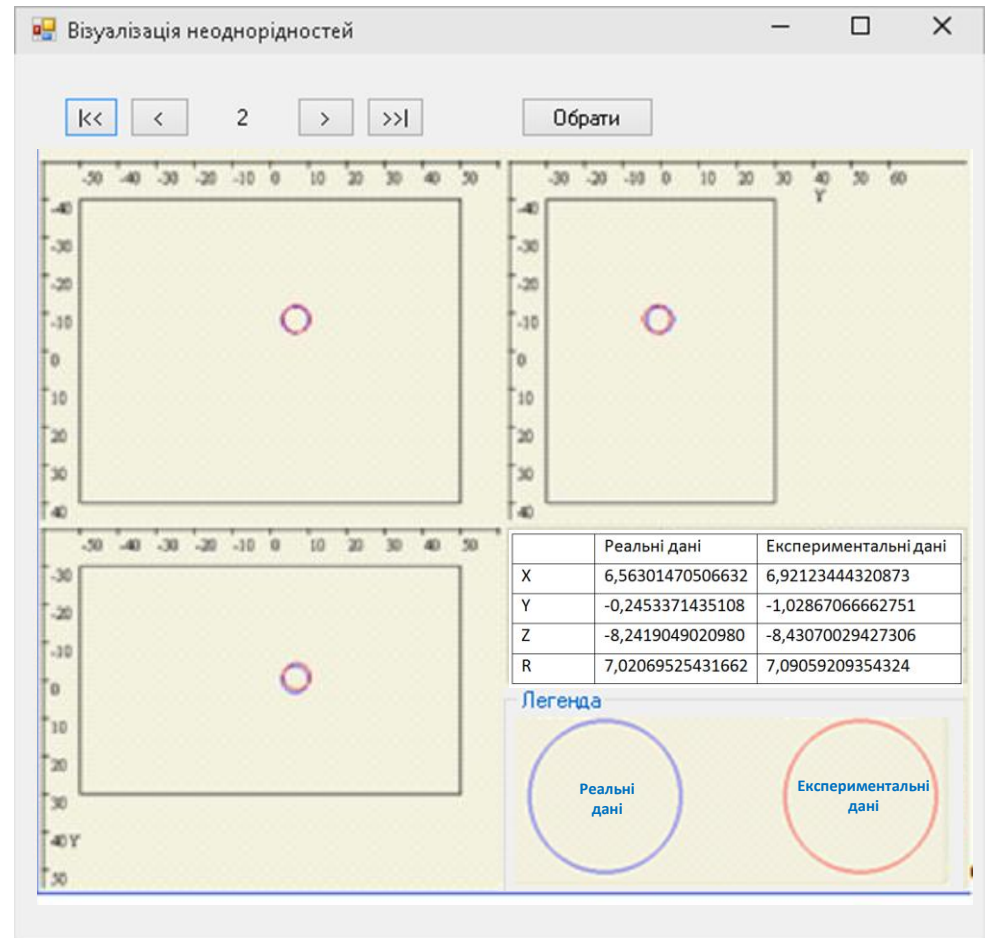
Ок Відміна

Вибір навчальної множини

ОСНОВНІ ВИДИ ЗВІТІВ І ГРАФІКІВ

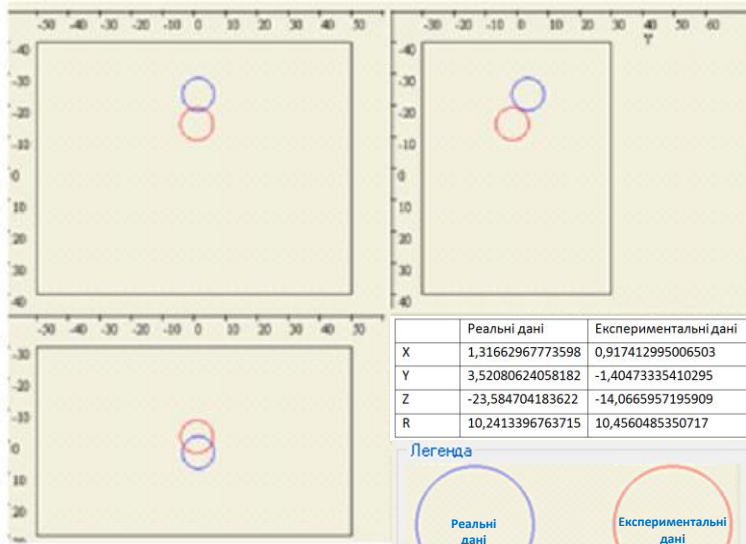
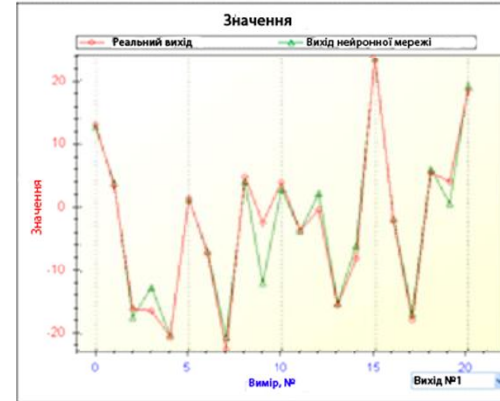
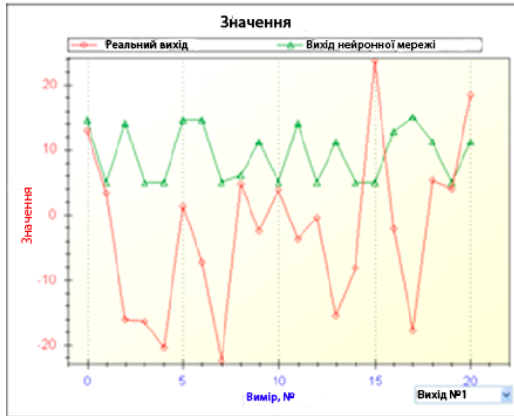


Діаграма результатів навчання

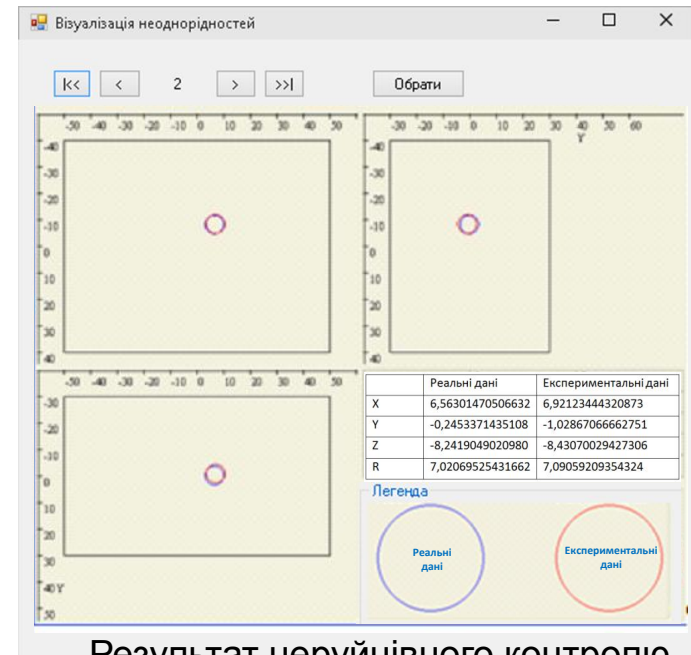


Результат неруйнівного контролю.

Результати роботи інтелектуальної системи при використанні різних нейромереж



Результат неруйнівного контролю персептроном



Результат неруйнівного контролю зразка мережею РБФ

Розрхунок показників точності неруйнівного контролю виробів

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Персептрон	Реальні дані	Експериментальні дані	Абсолютна похибка	Відносна похибка, %		РБФ	Реальні дані	Експериментальні дані	Абсолютна похибка	Відносна похибка, %
2	X	1,3166297	0,917412995	0,39921668	30,3211062		X	12,9366	12,60844	0,32816	2,53667888
3	Y	3,5208062	-1,40473335	4,92553959	139,898059		Y	8,16189	8,45339	0,2915	3,5714767
4	Z	-23,584704	-14,0665957	9,51810846	40,3571246		Z	-18,7452	-18,46836	0,27684	1,47685808
5	R	10,24134	10,45604854	0,21470886	2,09649192		R	8,55362	8,50837	0,04525	0,52901579
6	середнє значення			4,94762158	70,1920966		середнє значення			0,2354375	2,02850736

Із табл. видно, що середня похибка визначення координат та діаметру неоднорідності для персептрону складає 70,19%, а для РБФ мережі – 2,02%. Таким чином, мережа РБФ точніше здійснює неруйнівний контроль виробів.

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

- Було доведено, що більш вигідним в економічному плані є розроблене програмне забезпечення, так як експлуатаційні витрати на цю розробку значно менші ніж на аналог. Економія становить 120768 *грн/рік*.

Висновок

В роботі створено інтелектуальну систему, що дозволяє відновлювати параметри неоднорідності за результатами електромагнітних вимірювань. Практична реалізація здійснена за допомогою штучних нейронних мереж, а саме – багатошарового персептрона та мережі РБФ.

Програмне забезпечення розроблене на мові C #. Програма має модульну структуру. Тестування інтелектуальної системи показало, що середня похибка визначення координат та діаметру неоднорідності для персептрону складає 70,19%, а для РБФ мережі – 2,02%. Таким чином, мета досягнута - точність відновлення параметрів неоднорідності у РБФ мережі підвищена порівняно з персептроном.

Дякую за увагу.