

## АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДЕФЕКТОСКОПІЇ

*Анотація.* В даній роботі розглянуто основні можливості автоматизації ультразвукового неруйнівного контролю. Запропоновано використання оптимальної нейронної мережі для даного завдання, а саме, Fuzzy ARTMAP, що в подальшому призведе до підвищення ефективності контролю виробів.

**Ключові слова:** ультразвукова дефектоскопія, нейронні мережі, Fuzzy ARTMAP.

### ВСТУП

На сьогоднішній день, широке застосування приладів неруйнівного контролю якості зумовлено підвищенням вимог до надійності і безпеки роботи обладнання промислових підприємств. Неруйнівний контроль є невід'ємною частиною технічного діагностування і використовується для оцінки технічного стану вузлів обладнання, окремих компонентів та інше. Серед методів неруйнівного контролю провідне становище займає ультразвуковий контроль. Ультразвукова дефектоскопія має ряд переваг в порівнянні з іншими методами НК, а саме: низька вартість контролю порівняно з радіографічним методом та течешукання, висока швидкодія, можливість контролю неметалічних ОК, безпечна на відміну від радіографічного методу, відсутність впливу теплових завад на результат контролю, висока чутливість (дозволяє визначати дефекти розміром до 10 мкм)[1].

Ультразвуковий контроль містить безліч різних методів. Однак, найпопулярнішим є луна-метод. Метод оснований на аналізі луно-імпульсів отриманих завдяки відбиванню від дна об'єкта контролю донного сигналу від дефекту. Для проведення дефектоскопії використовують різні види хвиль : повздовжню, поперечну, нормальну та сферичну. Використання той чи іншої хвилі обумовленої матеріалом ОК та його конструкції. Для визначення товщини виробу вимірюють час повернення донного сигналу та помножують його на швидкість звука в середовищі. У випадку якщо невідома товщина виробу, то вимірюють швидкість по донному сигналу і оцінюють його загасання, згідно отриманих значень, визначають товщину матеріалу. Результатом контролю є отримані значення координат та розмірів дефекта[2].

Ультразвукова дефектоскопія дозволяє контролювати зварні з'єднання посудин, апаратів високого тиску, трубопроводів, блоків будівельних конструкцій та іншої продукції. Ультразвуковий контроль є обов'язковою процедурою при виготовленні і експлуатації багатьох відповідальних виробів, таких як частини авіаційних двигунів, трубопроводи атомних реакторів або залізничні рейки.

### МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Результати ультразвукового сканування - це масив значень амплітуд луна-сигналів на різних глибинах. Розмірність такого масиву визначається геометричними розмірами скануючої деталі, а також роздільною здатністю

приймальної апаратури. Значення амплітуд луна-сигналу дискретизується для зручності цифрової обробки. З метою аналізу отриманих дефектограм оператором проводиться їх візуалізація. Крім цього в процесі виконання ультразвукового контролю створюються амплітудно – часові графіки, які показують залежність амплітуди отриманого ехо-сигналу від часу (товщини).

Для проведення контролю необхідна наявність оператора (дефектоскопіста) основне завдання якого є контроль за зміною значень на отриманому А-скані та налаштування контрольних-вимірювальних операцій тобто задання бракувальних рівнів тощо. Тому автоматизація є перспективним напрямком розвитку. Для цього необхідно автоматизувати аналіз дефектограм на рівні амплітуд луна-сигналів. Така автоматизація дозволить знизити навантаження на оператора, підвищити надійність і скоротити час, що витрачається на проведення контролю. В кінцевому рахунку це призведе до підвищення ефективності контролю виробів в цілому[3].

При автоматизації процесу ультразвукового неруйнівного контролю необхідно вирішити задачу знаходження і розпізнавання образів на отриманих дефектограмах. Для вирішення задачі розпізнавання існує кілька способів, один з яких передбачає використання штучної нейронної мережі.

Для якісної реалізації процесу розпізнавання необхідно вибрати з безлічі різноманітних методів та реалізацій цих методів такий метод, який повинен реалізувати поставлену задачу в повній мірі. Для вибору потрібного методу необхідно провести порівняльну характеристику існуючих методів на основі якої вибрати потрібний метод[4].

Таблиця 1. Порівняльна характеристика нейронних мереж

<i>Архітектура</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>
The Adaptive Resonance Theory (ART)	Особливість цієї мережі в наявності спеціального алгоритму який дозволяє вирішити головну проблему нейронних мереж призначених для моделювання сприйняття. Мережа на вході приймає аналогові вектори.	Наявність великої кількості синаптичних зв'язків, які можуть в результаті навчання стати нульовими. Наявність локалізованої пам'яті
Perceptron	Простота реалізації	Відсутність алгоритму призначеного для рішення стабільності-пластичності.
Kohonen's Self-Organizing Map (SOM)	Наявний алгоритм призначений для вирішення проблем класифікації та кластеризації	Наявність групування класів, отриманих в результаті розбиття на класи
Hopfield networks	Дозволяє провести процес навчання всього за одну операції, для цього розроблений спеціальний алгоритм	Наявний невеликий запас пам'яті.
Fuzzy ART	Дозволяє вирішити головну проблему нейронних мереж: проблему стабільності-пластичності.	Наявність процесу навчання без вчителя. Неefективне використання вихідних даних

<i>Архітектура</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>
Fuzzy ARTMAP	Навчання з вчителем. Вирішує проблему стабільності-пластичності. Працює з аналоговими векторами.	Трудомісткий процес складання навчальної вибірки і підбору параметра подібності.

Відносно таблиці 1 ми можемо зробити вибір оптимального методу для поставленого завдання. Згідно поставленого завдання нейронна мережа повинна відповідати таким вимогам: кожен об'єкт нейронної мережі повинен мати відповідний зразок дефекту, великий обсяг оброблюваних даних, забезпечення значення заданої точності до 80%, висока швидкодія, виконання завдання в реальному часі, максимально ефективного використання вихідних даних та вирішена проблема стабільності-пластичності.

Оптимальним вибором є нейронна мережа Fuzzy ARTMAP, яка в повній мірі забезпечить виконання поставленого завдання. Архітектура Fuzzy ARTMAP відноситься до сім'ї архітектур адаптивного резонансу. Вона складається з двох мереж ART-2 та контролера. Кожна з мереж має своє призначення, так перша призначена для формування класів згідно яких проводиться розпізнавання вхідних об'єктів, так як друга призначена для формування внутрішніх класів першої мережі та розділення на класи, задані в процесі навчання. В свою чергу контролер призначений для керування мережами та формує висновок по відповідному об'єкту.

Завдяки використанню мереж ART мережа Fuzzy ARTMAP дозволяє працювати з безперервними вхідними даними. Завдяки використанню нейронів призначених для визначення максимуму та мінімуму замість операцій порівняння обчислення зважених сум, в результаті чого була підвищена швидкість обчислень. Також в мережі наявна можливість навчання з вчителем реалізована завдяки використанню двох мереж. Крім цього завдяки наявності спеціального алгоритму, оснований на регулюванні числа нейронів, була вирішена проблема стабільності-пластичності.

Використання нейронних мереж такого типу дозволяє ефективно виконувати завдання аналізу дефектограм одержаних в результаті ультразвукового контролю. Завдяки нейронним мережам є можливість реалізувати автоматизовану систему призначену для контролю дефектограм, при цьому забезпечити підвищення швидкості аналізу, обробки даних та підвищити точність завдяки зменшенню суб'єктивної похибки[5].

## **ВИСНОВКИ**

В даній роботі запропоновано використання нейронної мережі Fuzzy ARTMAP для автоматизації аналізу та інтерпретації дефектограм отриманих в результаті ультразвукового контролю. Проаналізувавши переваги та недоліки, порівнявши характеристики декількох існуючих мереж, можна зробити висновок, що використання нейронної мережі Fuzzy ARTMAP для аналізу дефектограм призведе до вирішення актуальних проблем, а саме: зниження вартості, збільшення швидкодії, забезпечення необхідної точності обробки

даних, крім цього система забезпечує виконання всіх умов поставленого завдання. Наступним етапом дослідження є оптимізація Fuzzy ARTMAP завдяки компенсації наявних недоліків архітектура завдяки оптимізації трудомісткого процесу складання навчальної вибірки та підбору параметра подібності.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Галаган Р. М. Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник / Р. М. Галаган. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 263
- [2] Цапенко В. К. Основи ультразвукового неруйнівного контролю: навч. посіб. / В. К. Цапенко, Ю. В. Куц, 2009. — 264 с.
- [3] Качура С. М. и др. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ / С. М. Качура, В. И. Постнов, О. Л. Бурхан. // Теоретические и практические аспекты развития отечественного авиастроения. – 2012. – №33. – С. 43
- [4] Гуськов Г. Ю. Выбор типа искусственной нейронной сети для решения задачи ультразвукового неразрушающего контроля / Г. Ю. Гуськов. // ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА. – 2012. – С. 163–16
- [5] Momot A. Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing / A. Momot, R. Galagan. // Sciences of Europe. – 2019. – №44. – pp. 20–25.

*Наук. керівник – доцент Галаган Р.М.*