

## ДОДАТОК А

### Апробація результатів

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова  
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,  
м. Миколаїв  
Національний університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка»  
Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний  
інститут авіаційної промисловості, м. Харків  
Громадська академія наук, м. Лодзь, Польща  
ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, м. Рига, Латвія  
Університет Масарика, м. Брно, Чехія

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ  
МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ  
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ І ПРОГРАМАМИ»**

Харків – Коблево, 2025

УДК 658.012.32

Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та інноваційні технології управління проектами і програмами», Харків-Коблево, 15–20 вересня 2025 р. Збірник праць. – Харків: ХНУРЕ, 2025. – 338 с.

Подано матеріали пленарних та секційних докладів міжнародної науково-практичної конференції «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проектами та програмами». Протягом виступів було обговорено основні напрями та перспективи науково-технічних дослідів, досвіду впровадження сучасних методів економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій в управління бізнесом, проектами та програмами. Висвітлено сучасний рівень розвитку теорії та практики інноваційного менеджменту, управління проектами і економічної безпеки.

Для спеціалістів, викладачів, аспірантів і студентів.

*Статті відтворені з авторських оригіналів, поданих оргкомітету,  
в авторській редакції.*

УДК 658.012.32

© Харківський національний  
університет радіоелектроніки, 2025

## 3MICT

- 13 Methods of transferring real robots into simulation environments:  
case study coppeliasim  
*Bronnikov A.I., Nienova D.V.*
- 17 Ai-driven innovation in project management.  
A strategic imperative for future success  
*Bushuyev S.D., Bushuieva V.B., Bushuiev D.A.*
- 24 Data shaping for IT product strategy analysis using fuzzy cognitive modeling  
*Grinchenko M., Moskalenko V., Grinchenko E.*
- 28 Models for minimizing risks in a construction project portfolio  
in interaction with artificial intelligence tools  
*Hudov V.V.*
- 32 Diagnostics of the technological cutting process based  
on neural network modeling  
*Khrustalova S., Romenskyi O.*
- 34 Resource management models in project and programme management:  
integration of information systems and DevOps approaches  
*Kovalchuk O.I.*
- 38 Formulation of a conceptual model of information technology  
for intelligent patient data analysis  
*Kutsenko D., Grinchenko M.*
- 41 Pattern-based framework for managing artificial intelligence innovation  
in scaled agile environments  
*Lukutin O.*
- 45 Development of multi-project resource management monitoring systems  
*Lutsiv Y.S., Dotsenko N.V.*
- 47 AI Tools vs. Traditional Search: transformation of information systems  
in project and program management  
*Popova O.*
- 54 Digitalization and energy efficiency projects: risks and opportunities  
*Semko I., Semko O.*
- 57 DeepCQ+: Robust MADRL Routing for Dynamic MANET/FANETs  
*Sopov Ie.*
- 61 Problems of designing critical control systems  
*Timofeev V., Anishchenko A., Khrustalova S.*
- 63 Strategic communications models in a construction project  
taking into account a project environment turbulence  
*Vedmediev O.*

**Khrustalova S., Romenskyi O.**

*Kharkiv National University of Radio Electronics*

### **DIAGNOSTICS OF THE TECHNOLOGICAL CUTTING PROCESS BASED ON NEURAL NETWORK MODELING**

*A diagnostic method for the cutting process is proposed, based on acoustic signal analysis and further processing with neuro-fuzzy networks. This approach enables real-time tool wear detection, reduces monitoring costs, and improves product quality. The expected outcome is developing an intelligent monitoring system integrated into the Industry 4.0 concept.*

In modern mechanical engineering production, considerable attention is paid to increasing the efficiency and reliability of technological processes. One of the key problems directly affecting product quality and production costs is the timely detection of cutting tool wear. Premature loss of tool operability leads to a higher percentage of defective parts, increased equipment downtime, and rising production expenses. Traditional diagnostic methods based on visual inspection or force and temperature sensors have several significant limitations, including high equipment costs, complex integration into CNC machines, and limited accuracy in large-scale production.

A new approach to process diagnostics is proposed, based on registering acoustic signals and their subsequent processing using neural network modeling methods. The idea is that characteristic features of tool wear mechanisms are reflected in the spectral characteristics of noises that occur in the cutting zone [1]. Using microphones as primary sensors makes it possible to collect data at minimal cost and without interference in machine design. The recorded signals can be converted into digital form, filtered from noise, and used as input data for artificial neural networks.

As a basic architecture, it is advisable to consider neuro-fuzzy networks of the ANFIS type (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), combining deep learning and fuzzy logic capabilities [2]. This approach allows for handling noisy data and uncertainty in signal characteristics and generating adaptive rules for predicting the degree of wear. Signal processing may include wavelet analysis, spectral decomposition, and statistical feature extraction (mean value, variance, mode, median, etc.), increasing the dataset's informativeness for model training.

The expected result of the proposed method is the creation of an intelligent monitoring system capable of detecting deviations from regular operation and predicting the residual life of the cutting tool in real time. This will allow timely adjustments to cutting modes, avoiding emergencies, and reducing the percentage of defects [3]. Another advantage is the possibility of integrating the developed model into CNC machine software, which opens up prospects for building digital twins of technological processes within the Industry 4.0 concept [4].


The proposed approach's scientific novelty lies in using acoustic signals as the primary source of diagnostic data, which minimizes equipment costs while ensuring high sensitivity to changes in the cutting process. Neuro-fuzzy networks for analyzing such signals provide the basis for adaptive models capable of functioning under different production conditions without complex reconfigurations [5].

The proposed methodology can find wide application in the mechanical engineering industry, combining simplicity of implementation with high automation potential. Its implementation will increase production competitiveness, optimize tool costs, and improve product quality. Promising directions for further research include expanding the range of analyzed signals, maximizing the architecture of neural networks, and creating a prototype software module for integration into industrial monitoring systems.

#### Reference

1. Li, X., Lim, B.S., Zhou, J.H., Huang, S., Phua, S.J., Shaw, K.C. & Er, M.J. (2009) «Fuzzy Neural Network Modelling for Tool Wear Estimation in Dry Milling Operation», *Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society*.
2. Li, Z., Liu, R., Wu, D., et al. (2019) «Data-driven smart manufacturing: Tool wear monitoring with audio signals and machine learning», *Journal of Manufacturing Processes*, 48, pp. 66–76.
3. Liu, M.K. (2019) «Tool wear monitoring and prediction based on sound signal», *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Springer.
4. Munaro, Roberto, Aldo Attanasio, and Antonio Del Prete. 2023. «Tool Wear Monitoring with Artificial Intelligence Methods: A Review» *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 7, no. 4: 129. <https://doi.org/10.3390/jmmp7040129>.
5. Wang, Qun, Hengsheng Wang, Liwei Hou, and Shouhua Yi. 2021. «Overview of Tool Wear Monitoring Methods Based on Convolutional Neural Network» *Applied Sciences* 11, no. 24: 12041. <https://doi.org/10.3390/app112412041>

**ДОДАТОК Б**  
Демонстраційний матеріал



Харківський національний університет радіоелектроніки  
Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
Кафедра КІТАР  
Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно інтегровані технології та робототехніка  
Кваліфікаційна робота на тему:

**«Розроблення системи автоматизації оцінки  
стану виробничого обладнання»**

Виконав:  
здобувач групи КІТПВм-24-1  
Роменський О. О.

Керівник роботи:  
доц. каф. КІТАР  
Хрустальов К. Л.

## Мета і завдання роботи

Мета роботи – підвищення ефективності оцінки технічного стану виробничого обладнання шляхом розроблення системи автоматизованого аналізу параметрів процесу різання з використанням нейронних мереж.

Об'єкт розробки – процес оцінки технічного стану виробничого обладнання в умовах автоматизованого виробництва.

Предмет розробки – програмний засіб оцінки стану виробничого обладнання з використанням нейронних мереж та сенсорних систем для виявлення ознак зносу.

Завдання:

- проаналізувати сучасні методи та засоби оцінки технічного стану виробничого обладнання;
- дослідити процес зношування виробничого обладнання та визначити інформативні параметри для оцінки його технічного стану;
- розробити структурну схему системи;
- розробити алгоритми обробки віброакустичних сигналів і формування ознак для діагностики;
- реалізувати та навчити інтелектуальну модель (нейро-нечітку) для автоматизованої оцінки технічного стану обладнання.

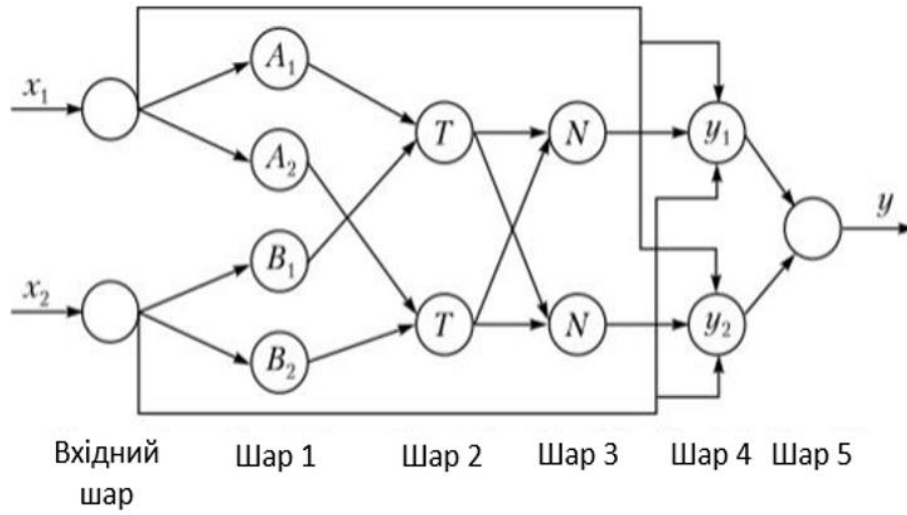
## Актуальність роботи

- Актуальність обраної теми зумовлена потребою підвищення надійності та безперервності роботи виробничого обладнання в умовах цифрової трансформації промисловості.
- Автоматизація процесів діагностики та оцінки стану обладнання на основі інтелектуальних систем дозволяє забезпечити своєчасне виявлення відхилень та оптимізувати планування технічного обслуговування. Використання нейронних мереж у комбінації з датчиками вібрацій, температури та звукових сигналів дає змогу створити інтелектуальну модель оцінки зносу ріжучого інструменту та загального стану обладнання.
- Такий підхід відповідає цілям сталого розвитку ООН, зокрема Цілі 9 «Індустріалізація, інновації та інфраструктура» та Цілі 12 «Відповідальне споживання і виробництво», адже сприяє впровадженню інноваційних технологій, оптимізації використання ресурсів і зменшенню кількості виробничих відходів.

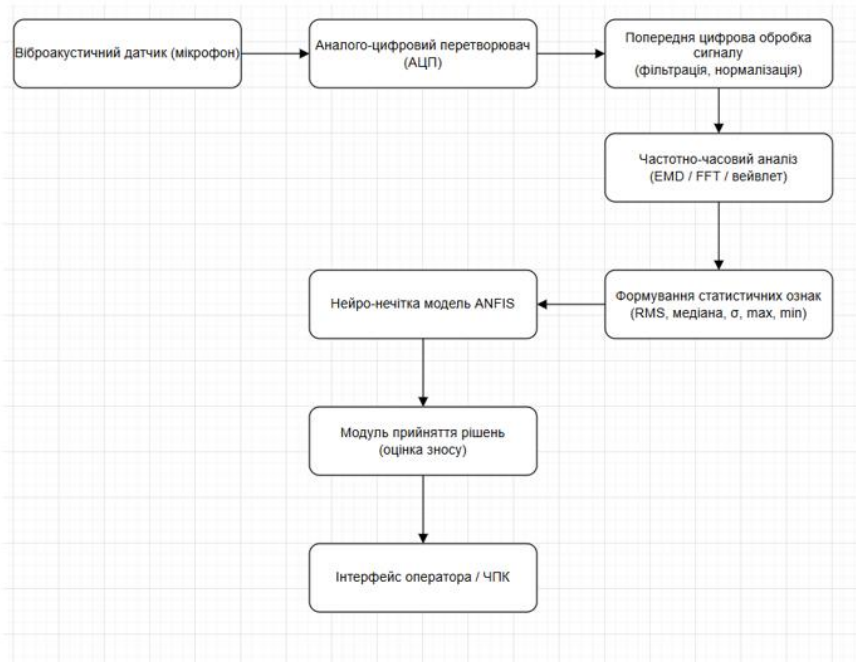
## Аналіз методів та технологій

- Віброакустична діагностика
- Силова діагностика
- Теплова діагностика
- Візуальна діагностика
- Машинний зір

## Приклад роботи нейронної мережі типу ANFIS



## Структурна схема системи



## Алгоритм обробки віброакустичних сигналів



# Интерфейс программы FL Studio



## Аудіофайли експорту і періодичного врізання інструменту в заготовку





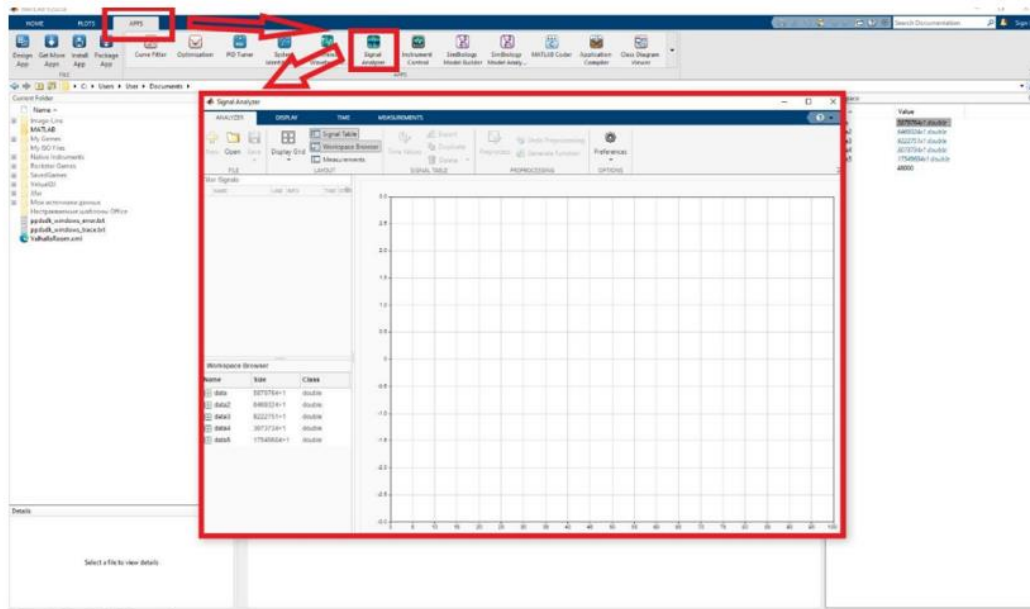
## Вибір діапазону частот для фільтрації сигналу

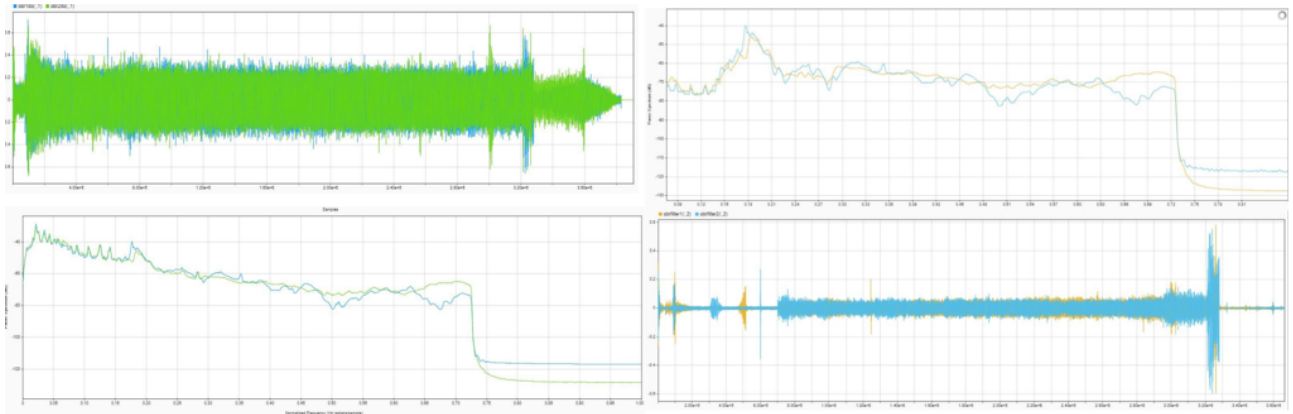


## Звукові сигнали після фільтрації від шумів вузлів верстата



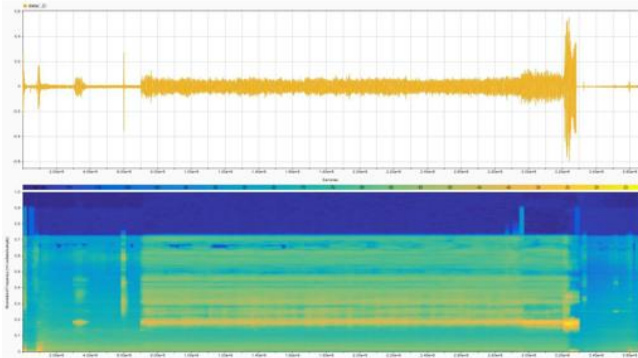
## Інтерфейс плагіна «Signal Analyzer»



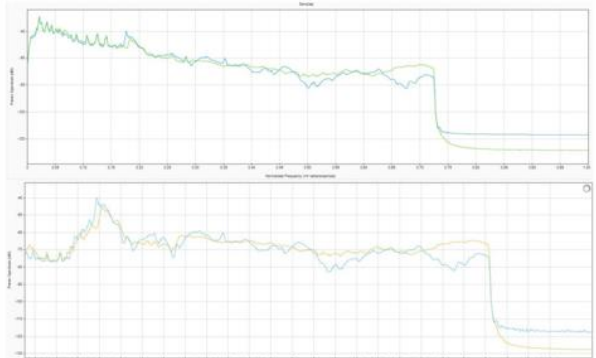


Два аудіосигнали проходів до фільтрації при  
нормальній обробці

Два аудіосигнали після фільтрації та їх  
спектральний аналіз



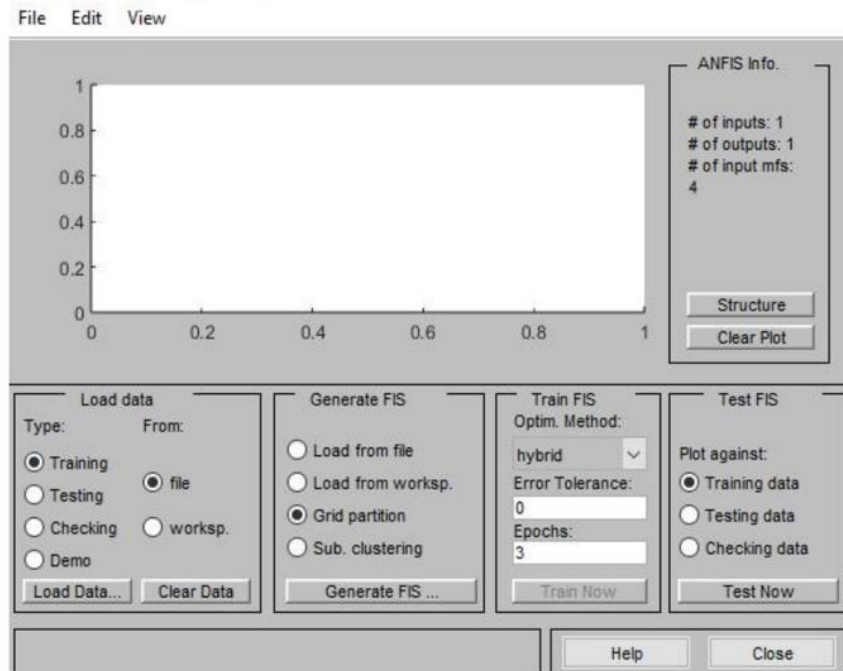
Спектрограма обробленого сигналу



Порівняння двох проходів до і після фільтрації

# Нейронна мрежа ANFIS

File Edit View



The interface features a main plot area with a y-axis from 0 to 1 and an x-axis from 0 to 1. To the right of the plot is an 'ANFIS Info.' box containing the following text: '# of inputs: 1', '# of outputs: 1', '# of input mfs: 4'. Below this box are 'Structure' and 'Clear Plot' buttons.

**Load data**

Type:  Training,  Testing,  Checking,  Demo

From:  file,  worksp.

Buttons: Load Data..., Clear Data

**Generate FIS**

Load from file,  Load from worksp.,  Grid partition,  Sub. clustering

Button: Generate FIS ...

**Train FIS**

Optim. Method: hybrid (dropdown)

Error Tolerance: 0 (input field)

Epochs: 3 (input field)

Button: Train Now

**Test FIS**

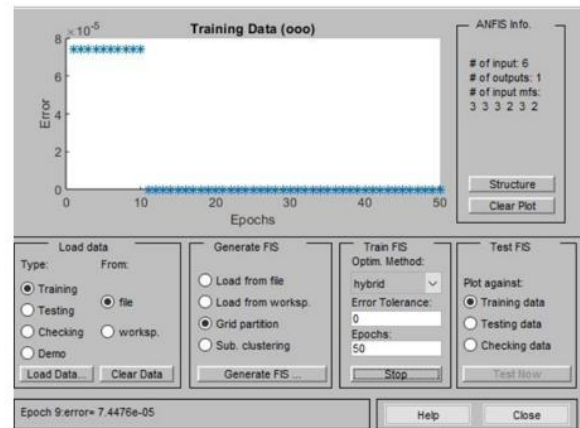
Plot against:  Training data,  Testing data,  Checking data

Button: Test Now

Buttons: Help, Close

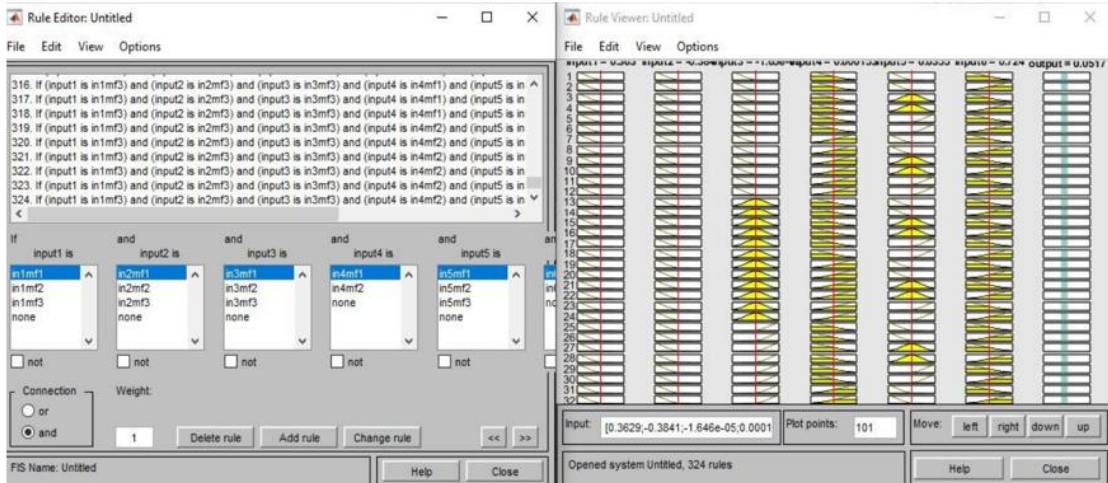


Нейронна мережа ANFIS із завантаженими даними для навчання

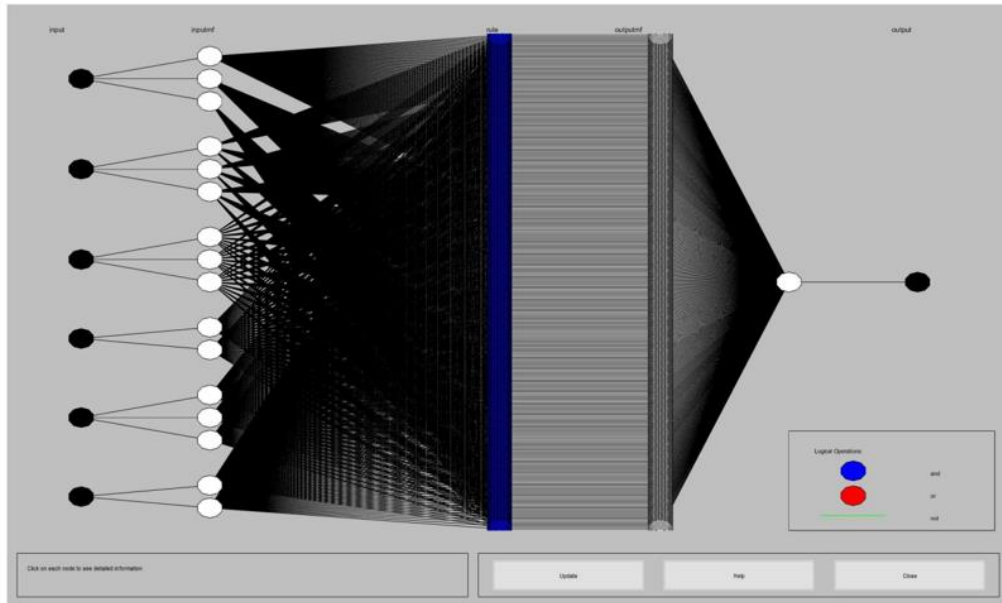


Процес навчання нейронної мережі ANFIS

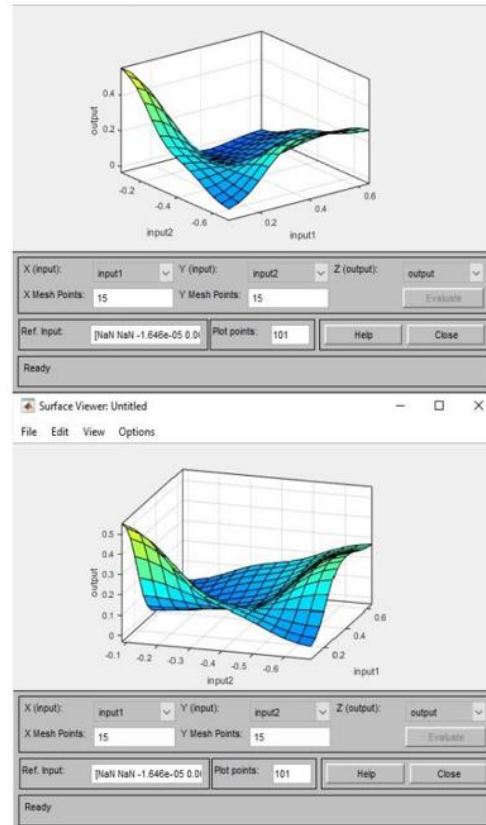
## Згенеровані правила нечіткого виведення нейронної мережі ANFIS за допомогою `gaussmf`



## Згенерована структура нейронної мережі ANFIS



Графік отриманих  
результатів за  
допомогою gaussmf



## Висновки

Таким чином, завдання кваліфікаційної роботи вирішено. Мета роботи, що полягала у підвищенні ефективності оцінки технічного стану виробничого обладнання шляхом розроблення системи автоматизованого аналізу параметрів процесу різання з використанням нейронних мереж, досягнута.

Отримані результати мають практичну цінність та можуть бути використані як основа для подальшого розвитку інтелектуальних систем діагностики у сучасному автоматизованому виробництві.

