

УДК 004.891.3

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ДЕФЕКТІВ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ**Кузнєцов Д.І., Купін А.І.**

ДВНЗ «Криворізький національний університет»

кафедра комп'ютерних систем та мереж

E-mail: kuznetsov-dennis@yandex.ru**Анотація**

Кузнєцов Д.І., Купін А.І. Експертна система розпізнавання дефектів електрообладнання. Розроблена структура динамічної експертної системи, яка працює у реальному часі. На основі нейронно-нечіткої системи логічного виводу визначено основні вхідні параметри.

Загальна постановка проблеми

На сьогоднішній день найбільшими споживачами електроенергії серед усього електроустаткування є електродвигуни. Їхня доля споживання від виробленої електроенергії, згідно останніх досліджень, приблизно складає 75%. Як і будь-яке обладнання, електродвигуни у процесі своєї експлуатації можуть вийти з ладу, наприклад пошкодження ротору або статора, що у свою чергу може призвести до тяжких наслідків, таких як вихід з ладу електродвигуна або зупинка технологічного процесу [1].

Створення системи підтримки прийняття рішень, яка базується на створенні експертної системи (ЕС), завданням якої є своєчасна діагностика електротехнічного обладнання, зокрема електродвигунів, є актуальним питанням в умовах сучасних підприємств. На думку авторів, найперспективнішим методом перевірки технічного стану обладнання, на основі якого будуть створюватися правила для майбутньої ЕС, є спектр-струменевий аналіз [2], в основі якого є аналіз АЧХ електродвигунів.

Основна частина

Так як виробничий процес є постійним та неперервним процесом діагностики електрообладнання, він повинен відбуватися у реальному часі та враховувати динаміку зміни поточного стану досліджуваного об'єкта. Серед усього різноманіття існуючих експертних систем, даним вимогам задовольняють динамічні ЕС реального часу.

Даний вид ЕС є перспективним та найпоширенішим типом у світі і займає близько 70% всіх експертних систем [3]. Отже, майбутня експертна система повинна аналізувати поточний стан електрообладнання у реальному часі і вчасно повідомляти про це оператору у випадку виникнення передаварійних станів двигунів. Було обрано пошкодження, які не призводять до повного виходу з ладу обладнання, а спричиняють тільки їх подальше руйнування, що призводить, наприклад, до збільшеного енергоспоживання, вібрації тощо.

До найпоширеніших пошкоджень двигунів відносять пошкодження елементів статора (45%), пошкодження елементів ротору (9%), пошкодження підшипників (12%), ексцентриситет (9%), інші пошкодження (25%) [4].

Структура експертної системи моніторингу поточного стану електрообладнання представлена на рис.1. База даних містить поточну інформацію про об'єкт (спектральні характеристики досліджуваного електрообладнання). В базі знань знаходяться еталонні спектральні характеристики електрообладнання, отримані у режимі навчання, та інформація, яка характеризує появу дефекту на тій чи іншій частоті. Апарат логічного виводу базується на баєсовській системі логічного виводу (див. табл. 1), який координує процеси ЕС на основі БД та БЗ.

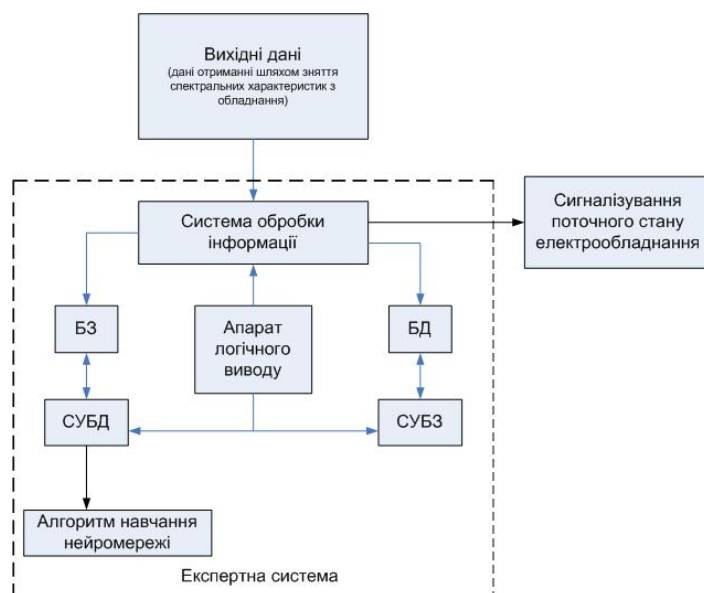


Рисунок 1 – Функціональна схема експертної системи

Розроблювана експертна система повинна оброблювати великий потік параметрів, які швидко змінюються та приймати правильні та вчасні рішення. Тому, у якості апарату логічного виведення запропоновано використовувати нейромережеву парадигму, тому що задачі ідентифікації поточного стану електрообладнання можна віднести до задач розпізнавання.

Таблиця 1 – Приклад баєсовської системи логічного виводу

№	Дефект	Ймовірність виникнення дефекту
1	Пошкодження елементів статора	0,45
2	Пошкодження елементів ротору	0,09
3	Пошкодження підшипників	0,12
4	Ексцентриситет	0,09
5	Інші пошкодження	0,25

Але, при створенні ЕС на основі експериментальних (поточних) даних, неможливо врахувати всі ситуації системи, які можуть виникнути, наприклад, в результаті похибок вимірювань датчиків (АЦП), відсутності точної математичної моделі закономірності виникнення дефектів, відмови датчиків тощо. Тому при роботі ЕС можуть виникати невідповідності класифікацій ситуацій. Вирішенням даної проблеми є використання нечітких множин на базі нейромережевого апарату.

Отже, для побудови ЕС необхідно використовувати багаторівневу гібридну нейромережеву систему, яка буде складатися із підмереж різних архітектур (нейромережевої та нечіткої логіки).

Припустимо, що множину всіх можливих ситуацій можна поділити на множину штатних ситуацій (S_1), та множину нештатних ситуацій, необхідно по результатам вимірів поточного стану електрообладнання прийняти правильне рішення по відношенню даної ситуації до однієї з множин $S_1(t)$ або $S_2(t)$. Рішенням даної задачі є побудова правила, яке розпізнає поточну ситуацію та обчислює функцію приналежності (використання нейронечіткої нейромережевої системи).

Нейромережева система (НС) повинна містити чіткі входи та нечіткі степені впливів кожного входу на ситуацію. Тоді НС буде являти собою трьохрівневу структуру, яка буде здійснювати контроль за станом l -ої складової (дефекту) експертної системи ($l = \overline{1, k}$). Де перший рівень являє собою вихідні дані (спектральні характеристики, взяті у проміжку $[x_0; x_n]$); другий рівень виконує фільтрацію ситуаційних ознак C_j ($j = \overline{1, N}$) – відокремлення шуму від корисного сигналу; третій рівень виконує ідентифікацію ситуації (є дефект/ немає дефекту).

Вагові коефіцієнти першого рівня являють собою нечіткі множини x_k (діапазон коливання амплітуди на відповідній частоті), множина a_k - результат виконання агрегації,

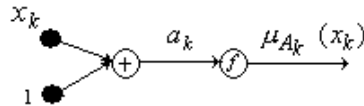


Рисунок 2 – Побудова функції приналежності для ознаки x_k дефекту k

$\mu_{A_k}(x_k)$ - сигмоїдальна функція активації. Вагові коефіцієнти другого рівня задаються випадковим чином у проміжку $[0; 1]$.

У загальному випадку структура НС представлена на рис.3.

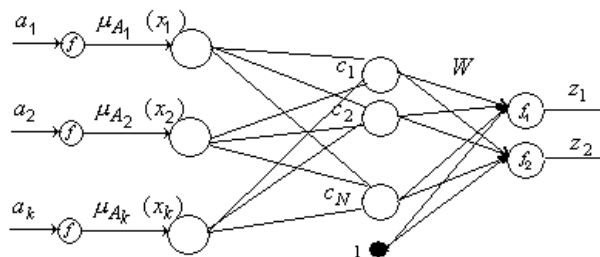


Рисунок 3 -- Структура нейромережевої системи

Висновки

В умовах сучасних підприємств при розробці та впровадженні ЕС, найоптимальнішим варіантом є використання динамічних ЕС реального часу, які враховують зміну поточного стану досліджуваного об'єкту.

Запропонована нейромережева система у якості апарату логічного виводу дозволяє вирішувати задачі поточного контролю та діагностики електрообладнання у системі реального часу.

Список літератури

1. Кузнецов Д.І., Купін А.І., Аналіз впливу вхідних характеристик напруги на АЧХ двигуна при використанні апарату нейромереж, Якість мінеральної речовини/Сбірник наукових праць 2011.- С. 362 – 366.
2. Попов Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д. Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996. - 320 с.
3. Комарцова Л.Г., Максимов А.В. Нейрокомпьютеры. М.: МГТУ им. Баумана, 2002. 320 с.
4. Экспертные системы реального времени [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/1995/02/178608/>