

Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines.
2023. № 53. S. 138—148. URL: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.138-148>

© Волик Д., Степаненко С., Демчук І. 2024

УДК 621.31:004.89

СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО БЛОКУ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ СТРУМУ ВИТОКУ

Герасименко В. П., кандидат технічних наук, доцент
Майбородіна Н. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут",
м. Ніжин
E-mail: syavagvp@gmail.com

Анотація. Засоби контролю за величиною струму витoku виявилися ефективним технічним способом моніторингу стану ізоляції електродвигунів. Використання таких технічних засобів, що дозволяють не лише фіксувати, але й прогнозувати небезпечні значення струму витoku, надає можливість завчасно інформувати обслуговуючий персонал про потенційну небезпеку. Це дозволяє зменшити час простою електрообладнання та проводити обслуговування, ремонт або заміну електродвигунів у технологічні паузи, не чекаючи їхньої повної відмови. Використання нейронних мереж для прогнозування надійності електродвигунів довело свою ефективність у передбаченні цих складних процесів.

На основі даних пасивного експерименту було синтезовано дві нейронні мережі. Порівняння робочих характеристик нейронної мережі на основі технологічних параметрів та нейронної мережі, побудованої за теорією часових рядів, показало необхідність їх поєднання для отримання більш точного прогнозу величини струму витoku. Це зумовило потребу створення критерію вибору та синтезу гібридної нейронної мережі, яка буде працювати за цим критерієм.

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

Ключові слова: *струм витоку, критерій вибору, гібридна нейронна мережа.*

Актуальність. Велика кількість технічних засобів контролю стану ізоляції електродвигунів використовують аналіз величини струму витоку [1, 2]. Для прогнозування величини струму витоку електродвигуна часто застосовують нейронні мережі [3]. У порівнянні з класичними методами аналізу, нейронні мережі мають певні переваги [4]. Прогнозування величини струму витоку здійснюється за допомогою різних типів нейронних мереж, з використанням різних технологічних параметрів як вхідних даних. Це вказує на те, що для покращення точності прогнозів варто розглянути можливість комбінування прогнозів, попередньо розробивши критерій вибору найкращого з прогнозів двох різних нейронних мереж [5, 6].

Мета дослідження. Синтез гібридної нейронної мережі, яка на основі розробленого критерію вибору типу нейронної мережі дозволить вибирати найбільш точний з прогнозів, що зменшить похибку прогнозування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомі наукові праці пропонують використання нейронних мереж для прогнозування. Для вирішення такої задачі зазвичай застосовується традиційна структура нейронної мережі – багат шаровий персептрон [7]. Існують підходи до нейромережевого прогнозування струму витоку на основі технологічних параметрів (НМТП) [8], а також на основі теорії часових рядів (НМЧР) [9].

Матеріали та методи дослідження. Загальна схема побудови комбінованого прогнозу передбачає наявність m прогностичних моделей для одного і того ж показника Y . Припускається, що ці моделі з різним ступенем адекватності описують різні аспекти модельованого показника або явища. Виникає так званий "спектр прогностичних оцінок", що дозволяє створити комбінований прогноз, який повинен покращувати або, принаймні, не погіршувати найкращий з початкових прогнозів. Обсяг і властивості наявних даних дозволяють розглядати комбінування часткових прогнозів як формальну математичну задачу. Якщо потрібно отримати не інтервальний, а точковий прогноз, необхідно вирішити проблему вибору найбільш вірогідного прогнозу. Для цього спочатку використаємо попередньо розроблений критерій вибору [5] і на його основі синтезуємо гібридну нейронну мережу (ГНМ).

Навчання гібридної нейронної мережі (ГНМ) проводилося з використанням даних пасивного експерименту. Основною метою було

створення гібридної нейронної мережі, здатної адекватно прогнозувати на основі критерію вибору між прогностичними моделями: НМТП або НМЧР. Архітектура ГНМ, яка інтегрує прогнози НМТП та НМЧР, була синтезована за допомогою ANFIS-Editor пакету прикладних математичних програм Matlab і представлена на рисунку 1.

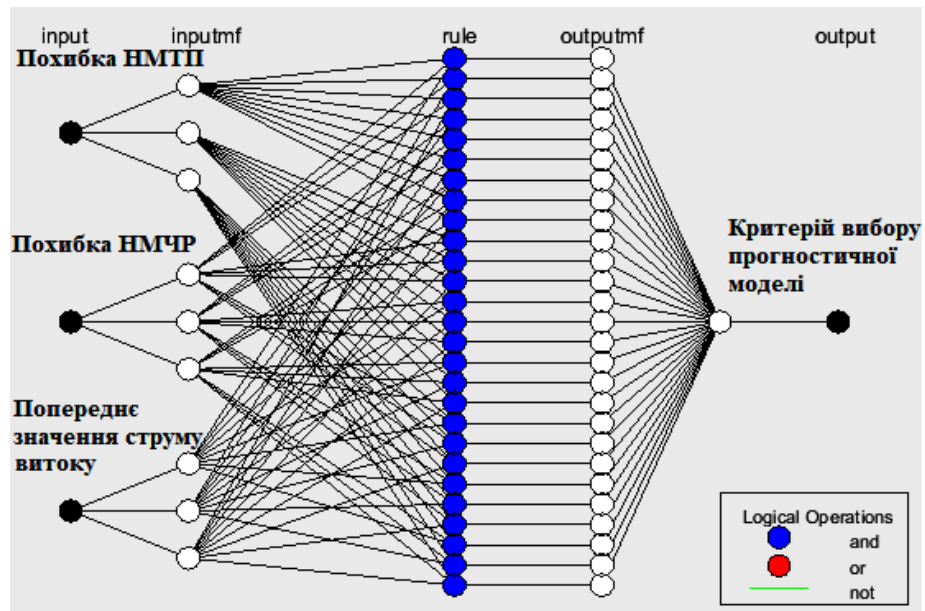
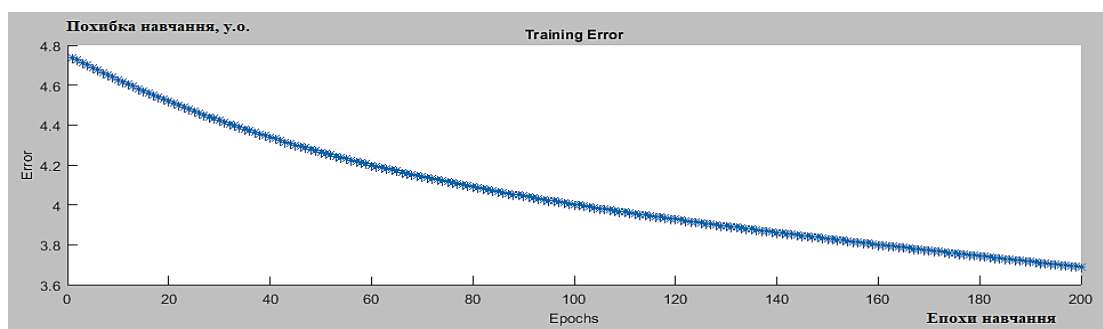


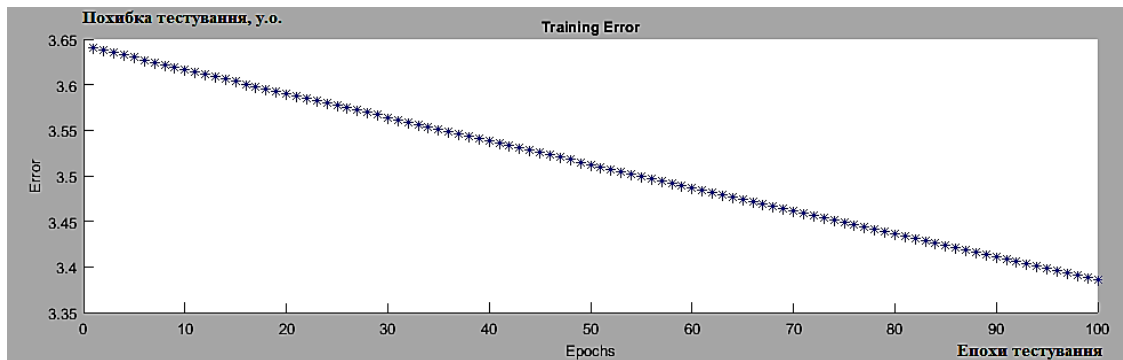
Рис. 1. Архітектура ГНМ інтегрування предиктів НМТП та НМЧР

Параметр «Попереднє значення струму витoku» передає на вхід блоку ГНМ значення струму витoku, зафіксоване на попередньому етапі функціонування електротехнічного комплексу тваринницького виробництва. Це значення було фактично зареєстровано технічними засобами системи збору інформації. Просторова оцінка результатів створення ГНМ, що інтегрує НМТП та НМЧР, представлена на рисунку 2.

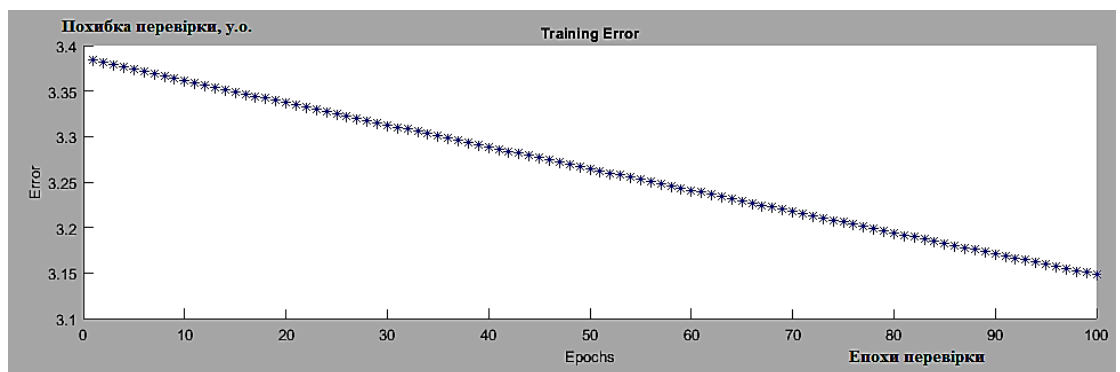


a)

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»



б)



в)

Рис. 2. Результати навчання ГНМ блоку інтеграції НМТП та НМЧР предиктів струму витоку:

- а – навчальний етап, відносна похибка – 3,71 у.о. (3,71 %),
- б – етап тестування, відносна похибка – 3,38 у.о. (3,38 %),
- в – навчальний етап, відносна похибка – 3,16 у.о. (3,16 %).

Висновки. Створено математичний апарат для обробки прогнозів струмів витоку на основі гібридної нейромережі, а також розроблено критерій вибору типу нейронної мережі з метою зменшення похибки прогнозування. Інтелектуальний блок відрізняється від існуючих тим, що включає в себе наступне: обробку виходу першої нейромережі; обробку виходу другої нейромережі; обробку інформації про попередньо зареєстровані фактичні значення струму витоку, що дозволяє вибрати кращу нейромережу згідно з розробленим критерієм. Якщо критерій є позитивним, то для прогнозування застосовується нейромережа на основі теорії часових рядів, а якщо негативним - вибирається нейромережа на основі технологічних параметрів. Якість прогнозування інтелектуальної системи прогнозування струму витоку на основі гібридної нейромережі (ГНМ) відповідає технологічним вимогам на кожному етапі: під час навчання (відносна похибка - 3,71%), етапу тестування (відносна

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

похибка - 3,38%) та навчання (відносна похибка - 3,16%).

Список використаних джерел

1. Zagirnyak M., Prus V., Somka O. Reliability Models of Electric Machines with Structural Defects Proceedigs. 2015 16th International Conference on “Computational Problems of Electrical Engineering” CPEE 2015. Lviv, 2015. P. 249 – 251.

2. Gerasymenko V., Kozyrskiy V., Maiborodina N., Kovalov O. Mathematical Model Changing the Value of the Process of Leakage Current in 0.38 kV Networks. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 339 – 348.

3. Zaiets N., Kondratenko I. Development of an Intelligent System for Predicting the Reliability of Electric Motors. IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). April 16 - 18, 2019, Kyiv. pp. 614 - 619.

4. Лисенко В. П., Решетюк В. М., Штепа В. М., Заєць Н. А. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. К., 2014. 336 с.

5. Герасименко В.П. Розробка критерію вибору прогнозованих значень струму витoku синтезованих нейромереж. Енергетика і автоматика. 2022. №5. С. 52-61.

6. Герасименко В.П. Створення інтелектуального блоку нейромережевого прогнозування значень струму витoku. Енергетика і автоматика. 2023. № 1. С. 115 – 121.

7. Лисенко В. П., Заєць Н. А., Штепа В. М., Дудник А. О. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища. Біоресурси і природокористування. К.:НААН, 2011. №3 – 4. С. 102 – 108.

8. Герасименко В. П., Василенко В. В., Майбородіна Н. В., Ковальов О. В. Нейромережеве прогнозування струму витoku на основі технологічних параметрів. Енергетика і автоматика. 2022. №3. С. 109 – 118.

9. Герасименко В. П., Василенко В. В., Майбородіна Н. В., Ковальов О. В. Нейромережеве прогнозування струму витoku на основі теорії часових рядів. Енергетика і автоматика. 2022. №4. С. 86 – 93.

**CREATION OF INTELLIGENT BLOCK OF NEURAL NETWORK
PREDICTION LEAKAGE CURRENT VALUES**

V. Gerasymenko, N. Maiborodina

Abstract. Means of controlling the magnitude of the leakage current turned out to be an effective technical method of monitoring the state of insulation of electric motors. The use of such technical means, which allow not only to fix, but also to predict dangerous values of the leakage current, provides an opportunity to inform service personnel about potential danger in advance. This allows you to reduce the downtime of electrical equipment and carry out maintenance, repair or replacement of electric motors during technological breaks, without waiting for their complete failure. The use of neural networks to predict the reliability of electric motors has proven to be effective in predicting these complex processes.

Based on the data of the passive experiment, two neural networks were synthesized. A comparison of the operating characteristics of a neural network based on technological parameters and a neural network built according to the theory of time series showed the need for their combination to obtain a more accurate prediction of the magnitude of the leakage current. This necessitated the creation of a selection criterion and the synthesis of a hybrid neural network that will work according to this criterion.

Key words: *leakage current, selection criterion, hybrid neural network.*

© Герасименко В. П., Майбородіна Н. В. 2024

УДК 656.07

**ТЕОРІЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ЗА РАХУНОК
АНТИКРИЗОВОЇ Й ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЛОГІСТИКИ БІЗНЕС-
ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ГЛОБАЛЬНОЇ КРИЗИ Й ІНФОРМАТИЗАЦІЇ
СУСПІЛЬСТВА**

Жигулін О.А.,¹ Павлова Н.Г.,² Олійник С.В.³

¹д-р економічних наук, професор кафедри менеджменту та логістики
Одеського національного технологічного університету, м. Одеса