

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ПОБУДОВИ РЕСУРСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ В РЕЖИМІ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод на основі штучної нейронної мережі, який дозволяє визначити допустимий термін роботи трансформатора в режимі перевантаження без зменшення загального терміну його експлуатації за відомими температурою навколишнього середовища, рівнем перевантаження та значенням навантаження, яке мало місце безпосередньо перед моментом перевантаження.

Ключові слова: нейронна мережа, ресурсні прогнозування, навчання.

Abstract

A method based on an artificial neural network is proposed, which allows to determine the allowable service life of the transformer in overload mode without reducing the total service life by known ambient temperature, overload level and the value of the load that occurred immediately before the overload

Keywords: neuron network, resource forecasting, learning.

Вступ

Відомо, що штучна нейронна мережа (ШНМ), а також її програмні або апаратні реалізації імітують структуру і властивості нервової системи живих організмів. Нейронна мережа отримує на вході набір сигналів, які обробляються за відповідною математичною моделлю, внаслідок чого формується вихідний сигнал, що є рішенням і певним наближенням до бажаного розв'язання задачі.

В теперішній час ШНМ знаходять своє застосування при вирішенні задач в різних областях (медицина, економіка, зв'язок, транспорт і багато інших). Для галузі електроенергетики одним із актуальних завдань є необхідність достовірного прогнозування різного роду параметрів на основі обмежених фактичних даних.

Відомо, що ізоляція будь-якого електроенергетичного обладнання в процесі роботи змінює свої властивості під дією температурних впливів [1]. Така ж проблема має місце і під час експлуатації силових трансформаторів. Нормативні документи вказують, що термін експлуатації трансформаторів сягає до 20 років, якщо ізоляція експлуатувалась за умови допустимих перегрівів для відповідного класу ізоляції. Але в разі перевищення допустимих робочих температур термін експлуатації зменшується в залежності від інтенсивності перегріву. В роботі [2] зазначається, що за умови забезпечення певних режимів експлуатації, які передбачають роботу трансформаторів з температурами обмоток, менше допустимих, трансформатори можуть короткочасно працювати з перевантаженням без зменшення терміну служби. Зокрема, для трансформаторів типу ТСГЛ потужністю 630—2500 кВА з ізоляцією "Geafol" наведені графіки, які характеризують тривалість t допустимого перегріву ізоляції в залежності від температури навколишнього середовища T , інтенсивності перевантаження P^* та рівня навантаження P , який мав місце безпосередньо перед перевантаженням.

Результати дослідження

З використанням результатів роботи [3] здійснено перевірку можливості застосування нейронної мережі для точного прогнозування тривалості роботи.

Для побудови нейронної мережі необхідно створити вибірку вхідних даних. Базуючись на графіках, які характеризують тривалість t допустимого перегріву ізоляції в залежності від температури навколишнього середовища T , інтенсивності перевантаження P^* та рівня навантаження P трансформаторів типу ТСГЛ потужністю 630—2500 кВА з ізоляцією “Geafol”, отримано оцифровані значення ресурсних характеристик для вхідних параметрів. Як приклад, в таблиці 1 наведено дані, що мають місце при температурі навколишнього середовища 10°C .

Таблиця 1 – Дані ресурсних характеристик

t (хв) при $T = 10^{\circ}\text{C}$												
$P^*(\%)$ \ $P(\%)$	15	20	30	40	50	60	80	100	150	200	300	400
0	240	160	80	56	44	35	25	18	10	7	3,9	2,7
40	230	150	74	53	40	33	23	17	9,5	6,2	3,6	2,4
50	220	125	68	50	37	30	21	16	9	5,6	3,2	2,2
60	210	120	62	46	34	28	19	15	8	5,1	2,9	2
70	200	100	59	43	31	26	18	14	7	4,8	2,6	1,9
80	190	95	54	37	28	23	15	12	6	4,2	2,3	1,6
90	185	85	45	31	24	18	13	9	5	3,3	1,8	1,3
100	180	65	32	22	15	12	8	5,5	3	2	1,1	0,5

Отримавши ресурсні характеристики при інших різних значеннях температури навколишнього середовища, будується нейронна мережа (рис. 1) у середовищі Matlab Neural Network Training Tool та перевіряється процес навчання нейронної мережі і здатність нейронної мережі до навчання.

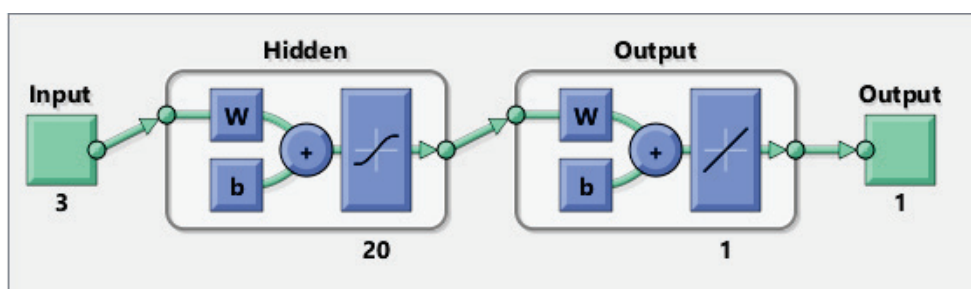


Рисунок 1 — Структура нейронної мережі

Під час тренування зразкові значення параметрів подаються в мережу та коригують її відповідно до помилки. На етапі перевірки зразкові значення використовуються для вимірювання узагальнення мережі та для припинення навчання, коли вона перестає вдосконалюватися. Тестування не впливають на навчання і тому забезпечують незалежний показник ефективності роботи мережі під час та після навчання. Для побудови моделі використовувалось 20 шарів нейронів. На рис 2 та 3 демонструється процес навчання розробленої нейронної мережі.

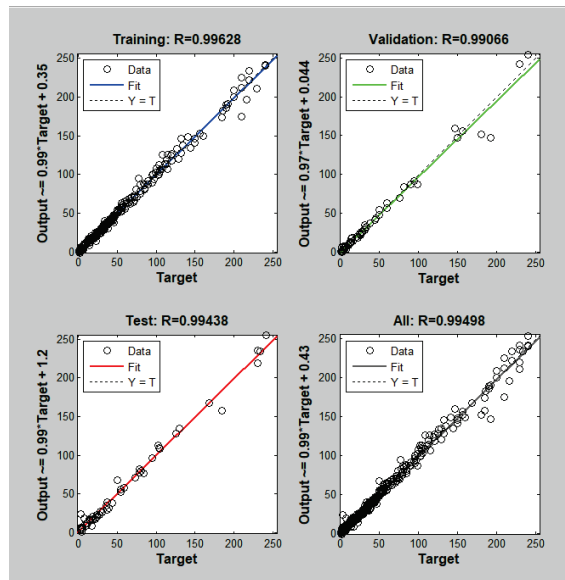


Рисунок 2 — Графіки регресії

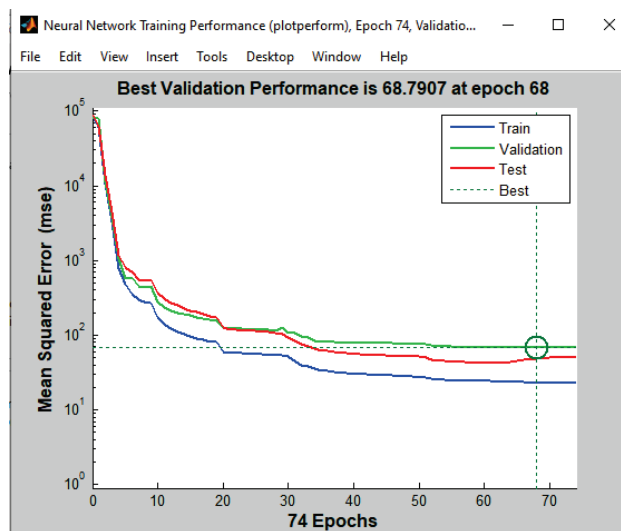


Рисунок 3 — Процес навчання нейронної мережі

Згідно з літературним джерелом [3] перевірка адекватності моделі пройшла з допустимими відхиленнями. Результати порівняння наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати порівняння

	$T, ^\circ C$	$P^*, \%$	$P, \%$	t, хв
Розрахунки за допомогою нейронної мережі	16	35	75	40.5
Результати відомих розрахунків	16	35	75	41

Висновки

В рамках проведених досліджень створено нейронну мережу (багатошаровій перцептрон) та на основі вимірних значень здійснено її навчання з метою прогнозування тривалості роботи трансфор-

матора без збільшення його строку служби. В результаті аналізу зроблено висновок про співпадіння тестових та розрахункових значень параметрів, які характеризують роботоздатність силового трансформатора. Очевидно, що застосування такого підходу дозволяє прогнозувати роботоздатність інших типів силових трансформаторів за їхніми параметрам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Голоднов Ю. М. Контроль за состоянием трансформаторов. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 88 с., ил.
2. Технический каталог. Трансформаторы. - ОАО «Укрэлектроаппарат», 2007. - 82 с.
3. Грабко В.В., Березницький Д.О. Математична модель для побудови ресурсних характеристик силового трансформатора, який працює в режимі перевантаження // Вісник ВПІ. – 2008. - №1. – С.55 - 58.

Грабко Володимир Віталійович – д.т.н., професор, професор кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, grabko@vntu.edu.ua

Паланюк Олександр В'ячеславович — аспірант, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleksanderp020895@gmail.com

Grabko Volodymyr V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, grabko@vntu.edu.ua

Palanyuk Oleksandr V. – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia