

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 65.016

Андрущенко О. Ю.

НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ САНАЦІЙНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ СУБ'ЄКТІВ ПІДПРИЄМНИЦТВА ПРОМИСЛОВОЇ ГАЛУЗІ

Промислові суб'єкти підприємництва країни ще досить довгий час будуть виходити із кризового становища, яке було обумовлене світовою кризою 2008–2009 років. Спад машинобудівної промисловості також пов'язаний із використанням старих методів управління, та відсутністю навиків фінансового управління й налагодженого функціонування механізмів санації підприємств. Розглядаючи управління підприємством, як складний процес розробки та здійснення управляючих впливів, а саме дій, що направлені на досягнення цілі управління, слід зазначити складність і важливість розробки моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі. До основного недоліку використання експертних методів у процесі аналізу стану підприємства, слід віднести неузгодженість думок експертів, що породжує інформаційну невизначеність та неточність формувань груп фінансового стану. Усе вищепераховане доводить необхідність використання в даному процесі методу штучних нейронних мереж, що дозволить розглянути процес діяльності суб'єктів підприємництва промислової галузі, як складної відкритої системи.

Питання оцінки санаційної спроможності розглядаються в працях Передерієвої С. О., Терещенко О. О., Багацької К. В., Білоконь Т. М., Бурлака Ю. М., Грешко Р. І., Соломянової-Кирильчук К. О., Булович Т. В. Але погляди науковців як на суть санаційної спроможності, так на її оцінку доволі суперечливі, у зв'язку з чим необхідним є подальше дослідження зазначеної проблеми. При цьому нейромережеве моделювання в системі управління санаційної спроможності не розглядається. Проте, дослідження у працях Дорош А. И., Светличної В. А., Андриєвської Н. К. [1], Колмикова В. В. [2], Старикова А. [3] дозволять зробити висновок щодо можливості застосування нейромереж під час оцінки та прогнозування санаційної спроможності суб'єктів підприємництва.

Метою статті є розробка нейромережевої моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі.

Використання в досліджуваному процесі нейронної мережі дозволяє аналізувати підприємства, враховуючи усі особливості його діяльності, а саме факторів, які визначають його роботу, у тому числі й ті, що не відображені в бухгалтерському балансі. Урахування даних факторів є досить важливим, оскільки дозволяє відстежити імовірнісні зміни зовнішнього середовища, у якому діє підприємство: дотаційна політика держави щодо досліджуваної галузі, конкурентна політика, споживчий попит тощо. Сукупне використання вищезазначених показників та даних бухгалтерської звітності дозволить здійснювати комплексний аналіз стану підприємств та виконувати вдале управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі.

У роботі [1] автором виділено ряд основних переваг щодо використання нейронних мереж для моделювання й аналізу систем інформаційного забезпечення підприємства, а саме:

- можливість відтворення порівняно складних нелінійних залежностей;
- відсутність вимог щодо оволодіння навичками традиційного програмування, оскільки нейромережі виконують процес самонавчання для того, щоб вирішувати різні завдання;
- висока швидкодія (особливо в разі апаратної реалізації з використанням переваг масової паралельної обробки);

– потенційно висока відмовостійкість (через структурну надмірність, яка властива природі нейромереж, помилка або від'єднання частини мережі для її усунення не призводять до відмови НС, а лише можуть знизити якість обробки).

Рівень санаційної спроможності суб'єктів підприємництва промислової галузі можна математично представити наступним чином:

$$R_{ss} = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{20}),$$

де x_1 – x_{20} – змінні, які впливають на рівень санаційної спроможності суб'єктів підприємництва промислової галузі.

Поняття рівня санаційної спроможності суб'єктів підприємництва промислової галузі з позицій математичного моделювання характеризується сукупністю показників, що повністю відображають складові особливості організаційно-економічного аспекту їхньої діяльності.

Дослідження та обробку динамічних рядів доцільно виконувати за допомогою нейронних мереж. Існує два базових методи для наділення нейронних мереж на основі багатосарових перцептронів властивостями, які необхідні для обробки динамічних даних: додання ліній затримки на вхід мережі та додання рекурентних зв'язків.

У випадку використання першого методу, відомому як «метод часового вікна», нейрона мережа отримує на вхід разом з поточним вхідним сигналом затримані в часі попередні значення вхідних сигналів.

Під час використання другого методу за рахунок зворотних зв'язків (петель) входи нейронів модифікуються в часі, що призводить до зміни станів мережі.

У рекурентному підході процес навчання таких мереж є більш важкою задачею із-за додаткових ступенів свободи в таких мереж, на практиці процес навчання досить часто не сходиться. Крім того, при розрахунку динамічних похідних у перцептроноподібних мережах має місце ефект зникнення градієнта, останній факт має вирішальне значення навіть для процесів невеликого порядку, для боротьби з даним ефектом і використовують нейрони мережі нелінійної авторегресії із зовнішньою моделлю входів (NARX).

Архітектура узагальненої рекурентною мережі, яка побудована на базі багатосарового перцептрона, представлена на рис. 1. Дана модель має єдиний вхід, який застосовується до пам'яті на лініях затримки, що складається з q елементів. Єдиний вихід моделі, замкнений на вхід через пам'ять на лініях затримки, яка теж складається з q елементів.

Рекурентну мережу, яку зображено на рис. 1, можна розглядати як модель нелінійної авторегресії із зовнішніми входами (nonlinear autoregressive with exogenous inputs model-NARX).

Кількість ліній затримок як для незалежних, так і для залежної змінних, будемо визначати за допомогою автокореляційних функцій представлених графічно (корелограми).

Однією з головних особливостей обраної нейромережевої моделі є те, що вихідні значення (коефіцієнт санаційної спроможності підприємства) визначатиметься в залежності як від вхідних показників, які представлені в табл. 1, так і попередніх вихідних значень досліджуваного показника, що свідчить про накопичення мережею, так званого, власного досвіду попередніх ситуацій.

Математичний вираз моделі NARX має наступний вигляд:

$$\hat{y}(n+1) = F(y(n), \dots, y(n-q+1), u(n), \dots, u(n-q+1)), \quad (1)$$

де $\hat{y}(n+1)$ – вихід моделі;

$u(n), u(n-1), \dots, u(n-q+1)$ – поточне та попереднє значення вхідного сигналу, які представляють мережі, що мають зовнішнє походження;

$y(n), y(n-1), \dots, y(n-q+1)$ – значення вихідного сигналу в попередні моменти часу, від яких залежить вихід моделі $y(n+1)$.

Провівши аналіз ряду робіт [2–6] щодо алгоритму побудови нейромережових моделей та особливостей їхнього застосування, нами було обрано алгоритм, який представлено в роботі [6].

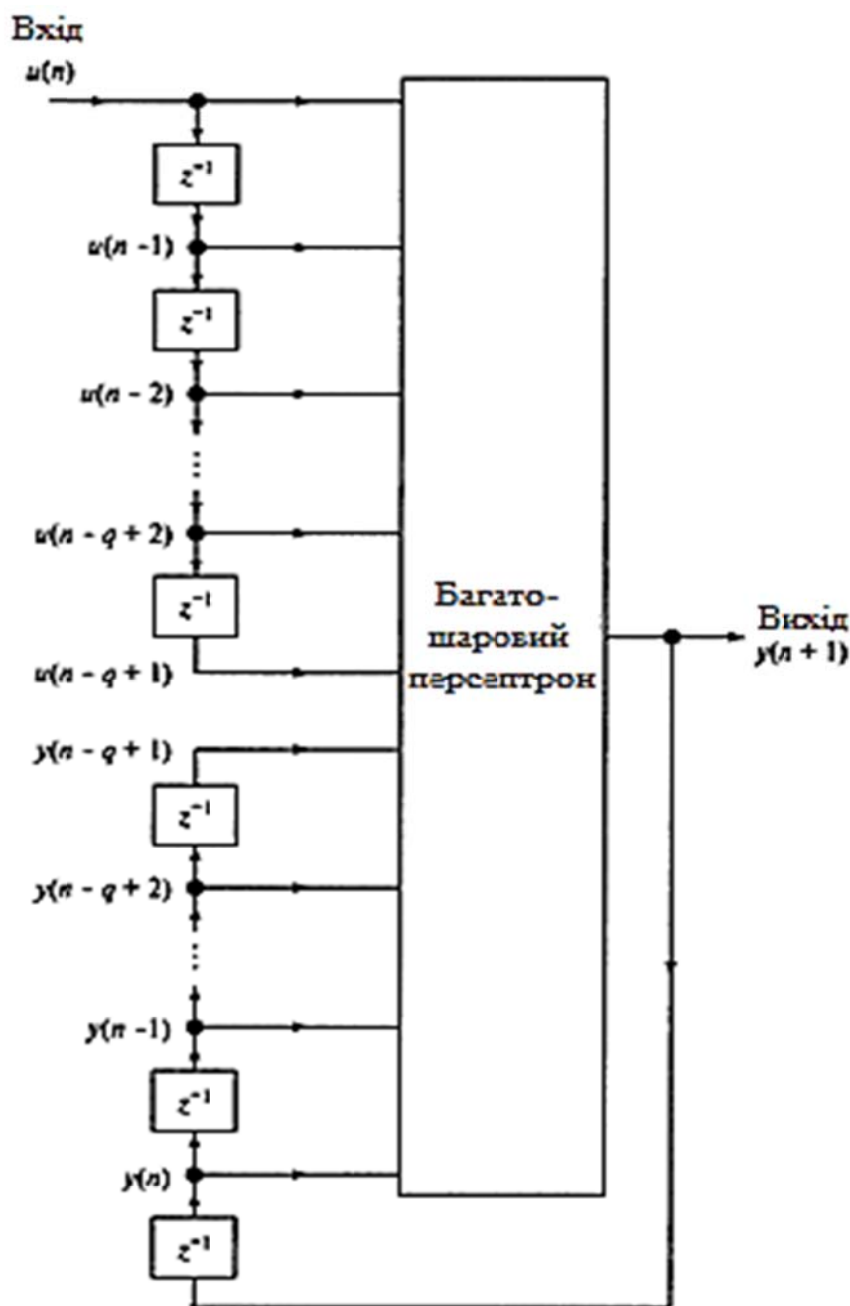


Рис. 1. Модель нелінійної регресії із зовнішніми входами (NARX)

На основі обраного алгоритму побудови нейромережових моделей виконаємо розробку та реалізацію моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі з використанням нелінійної авторегресійної нейронної мережі NARX.

Спочатку визначимо n' – розмірність вхідного сигналу, m' – розмірність вихідного сигналу, N' – число елементів навчальної вибірки.

$$n' = 20; m' = 1, N' = 6.$$

Вихідні дані досліджуваних суб'єктів підприємництва промислової галузі представимо у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані досліджуваних суб'єктів підприємництва промислової галузі

Фактори нейромережевої моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі		ПАТ ДМЗ				ПАТ ДЕЗ				ПАТ ДГМ			
		2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
наявність іміджу продукції	x1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
можливість збільшення обсягів реалізації, виходу на нові ринки збуту	x2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
можливість збільшення ціни на продукцію	x3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
можливість внести інноваційні зміни у продукцію	x4	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
можливість зменшення кількості персоналу	x5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
можливість ліквідації неприбуткових підрозділів	x6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
можливість виготовляти більші обсяги продукції, інтенсифікації та екстенсифікації	x7	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
здатність до управління змінами, вміння управлінського персоналу вирішувати проблеми	x8	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
можливість залучення коштів кредиторів, працівників	x9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
можливість реорганізації підприємства	x10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
можливість державного фінансування	x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
оборотність запасів	x12	2,8	3,4	5,4	3,6	4,5	1,9	3,2	2,6	2,3	1,1	3,8	4,8
фондовіддача	x13	0,76	0,52	0,8	0,8	0,29	0,44	0,39	0,8	0,15	0,32	0,63	0,54
матеріаловіддача	x14	1,48	1,61	1,86	2,1	2,56	1,28	2,44	2,89	1,57	1,81	1,69	2,17
маневреність власних оборотних засобів	x15	0	-0,1	0	0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1	-0,9	-0,9	-0,5	-0,4
коефіцієнт абсолютної ліквідності	x16	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
коефіцієнт погашення дебіторської заборгованості	x17	0,5	0,7	0,6	1,5	0,5	1,6	0,7	0,5	0,4	0,9	0,4	0,5
коефіцієнт фінансової автономії	x18	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0	-0,1	-0,1	0
тривалість фінансового циклу	x19	39,4	23,7	24,9	62,3	-9,4	123,3	80,1	110,5	-35,3	21,8	-19,9	-75,7
рентабельність діяльності	x20	0,1	-12,6	8,7	18,3	-0,9	-29,4	1,1	9,3	-2,3	-27,5	1,9	5,1
Рівень санаційної спроможності суб'єктів підприємництва промислової галузі	Y	0,676	0,754	0,524	0,538	0,724	0,738	0,524	0,43	0,816	0,85	0,766	0,766

На основі існуючих показників визначимо кількість синаптичних ваг Lw :

$$\frac{m' \cdot N'}{1 + \log_2 N'} \leq Lw \leq m' \cdot \left(\frac{N'}{m'} + 1 \right) \cdot (n' + m' + 1) + m'$$

$$\frac{1 \cdot 6}{1 + \log_2 6} \leq Lw \leq 1 \cdot \left(\frac{6}{1} + 1 \right) \cdot (20 + 1 + 1) + 1$$

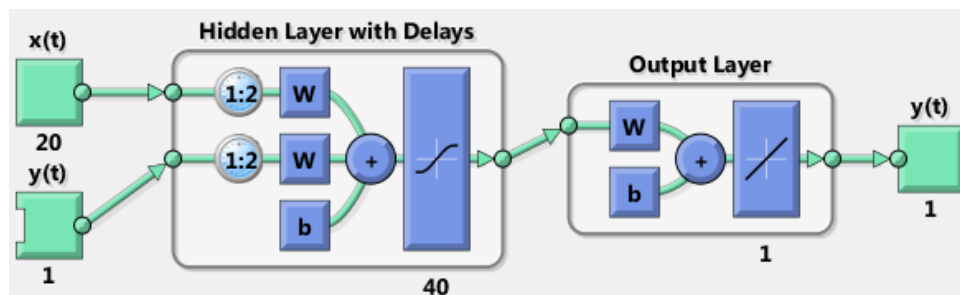
38 синаптичних ваг $\leq Lw \leq 100$ синаптична вага

Отримавши розрахунки, значення кількості синаптичних ваг Lw в даному дослідженні, визначимо кількість нейронів в прихованих шарах L'' :

– при 38 синаптичних вагах: $L'' = \frac{Lw}{n' + m'} = \frac{38}{20 + 1} = 1,81 \approx 2$ нейрони;

при 100 синаптичній вазі: $L'' = \frac{100}{20 + 1} = 4,76 \approx 5$ нейронів.

Розробка нейромережевої моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємства промислової галузі буде виконуватися в середовищі MatLab 7.11.0, оскільки даний програмний продукт дозволяє виконати реалізацію моделі нелінійної авторегресії із зовнішніми входами (NARX) (рис. 2).



Рису. 2. Структура моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємства промислової галузі з використанням нелінійної авторегресійної нейронної мережі NARX

Нейронна мережа буде мати один прихований шар нейронів із нелінійними функціями активації, що надасть можливості апроксимувати нелінійні залежності, а вихідний шар містить один нейрон із лінійною функцією активації, яка необхідна для екстраполяції залежностей [7]. Для моделювання динамічної системи на входи нейронної мережі встановлюємо лінії затримки [7, 8].

Оскільки вибір архітектури нейронної мережі покладається на плечі розробника, тому ми зробили вибір на користь двохшарової мережі з 40 нейронами в прихованому шарі.

Виконали нормалізацію вхідних та вихідних векторів моделі попиту на карткові послуги ринку карткових платіжних інструментів, що дозволить скоротити процес навчання нейронної мережі та зменшити значення середньоквадратичної похибки [9].

Виконаємо реалізацію нейромережевої моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємства промислової галузі (рис. 3).

Наступним кроком виступає процес навчання створеної нейронної мережі. У даному випадку в якості оцінки будемо розраховувати суму квадратичних відхилень виходів мережі від фактичних даних.

Представлений графічно процес навчання нейронних мереж NARX методом Левенберга-Марквардта, надає точне уявлення щодо виконання кроків алгоритму.

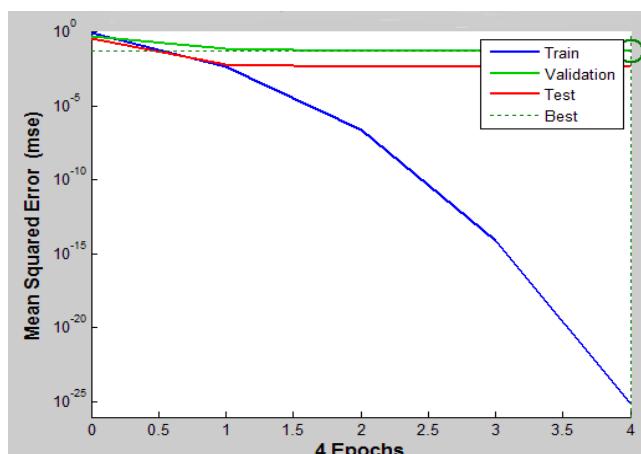


Рис. 3. Залежність оцінки функціонування від номеру циклу навчання для нейромережевої моделі управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі

ВИСНОВКИ

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що нейромережева модель управління санаційною спроможністю суб'єктів підприємництва промислової галузі є адекватною:

- остаточна середньоквадратична похибка досить мала й складає 0,052857 (досягається за 4 кроки (епохи));
- помилка валідаційної та тестової вибірок мають подібні характеристики;
- перенавчання нейромережевої моделі не відбулося (після точки зупинки відбувається лише збільшення середньоквадратичної помилки валідаційної вибірки);
- розроблена модель підпорядковується стандартному закону розподілу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дорош А. И. Функциональная структура подсистемы поддержки принятия решения для задач финансовой реструктуризации предприятия [Электронный ресурс] / А. И. Дорош, В. А. Светличная, Н. К. Андриевская. – Режим доступа: http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/15391/1/8_%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%88.pdf.
2. Колмыков В. В. Построение нейронной сети [Электронный ресурс] / В. В. Колмыков. – Режим доступа: <http://jurnal.org/articles/2010/inf15.html>.
3. Стариков А. Применение нейронных сетей для задач классификации [Электронный ресурс] / А. Стариков. – Режим доступа: <http://www.basegroup.ru/library/analysis/neural/classification>.
4. Гаврилов А. И. Определение оптимальных параметров нейронной сети при построении математических моделей технологических процессов [Электронный ресурс] / А. И. Гаврилов, П. В. Евдокимов. – Режим доступа: <http://vestnik.ispu.ru/sites/vestnik.ispu.ru/files/publications/87-90.pdf>.
5. Миркес Е. М. Нейроинформатика : учеб. пособ. для студентов / Е. М. Миркес. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2002. – 347 с.
6. Івченкова О. Ю. Моделювання попиту на карткові послуги комерційного банку в умовах невизначеності [Текст] : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.11 / О. Ю. Івченкова ; Класич. приват. ун-т. – Запоріжжя, 2012. – 218 с.
7. Интеллектуальные системы автоматического управления / под ред. И. М. Макарова, В. М. Лохина. – М. : Физматлит, 2001. – 576 с.
8. Мещеряков В. А. Идентификация строительных машин как нелинейных динамических систем на основе нейросетевых технологий / В. А. Мещеряков // Труды II Всероссийской научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде МАТЛАВ». – М. : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2004. – С. 1300–1308.
9. Кузнецов Б. Ф. Стохастические модели и методы анализа информационно-измерительных систем АСУ ТП : монография. – Ангарск : Ангарская государственная техническая академия, 2007. – 180 с. : ил.