

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРОЮ КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

## WAYS OF IMPROVING THE MANAGEMENT OF THE CAPITAL STRUCTURE OF THE ENTERPRISE

УДК 338.2

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.4-14>**Кузенко Т.Б.**

к.е.н., доцент,  
Харківський національний  
економічний університет  
імені Семена Кузнеця

**Литовченко О.Ю.**

к.е.н., доцент,  
Харківський національний  
університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова

**Сабліна Н.В.**

к.е.н., доцент,  
Харківський національний  
економічний університет  
імені Семена Кузнеця

**Kuzenko Tetiana**

Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics

**Lytovchenko Olena**

O.M. Beketov National University  
in Kharkiv

**Sablina Nataliia**

Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics

*У статті досліджено проблема застосування нейронних мереж в управлінні структурою капіталу вітчизняних підприємств. Обґрунтовано доцільність використання нейронних мереж як інструменту управління структурою капіталу підприємства. Встановлено, що використання нейронних мереж дозволяє виділити їх переваги, порівняно з традиційними математичними методами. З огляду на те, що регресійні мережі особливо чутливі до проблеми викидів знайдено та запропоновано один з можливих способів вирішення цієї проблеми: навчити мережу, потім протестувати її на навчальних спостереженнях, знайти і відкинути ті, які дають велику помилку, а потім знову навчити мережу. В результаті отримано ілюстрацію кращої моделі, яка цілком прийнятна до використання в процесі управління структурою капіталу вітчизняного підприємства з метою визначення характеру зв'язку між параметрами, що характеризують структуру капіталу та його фінансову стійкість.*

**Ключові слова:** власний капітал, залучений капітал підприємства, управління структурою капіталу, нейронна мережа, фінансова стійкість підприємства.

*The article examines the problem of using neural networks in managing the capital structure of domestic enterprises. In the modern conditions of the unstable economic situation in Ukraine, the rational management of the capital structure is of great importance for the successful operation of enterprises. Management of capital formation consists in substantiation, acceptance and implementation of management decisions regarding the attraction of capital in the necessary amount and establishing its optimal structure from the point of view of the efficiency of the enterprise's activity. Capital structure is a factor that directly affects the financial state of the enterprise – its solvency and liquidity, the amount of income, profitability of activity. An assessment of the structure of the company's sources of funds is carried out both internal and external users of accounting information. Determining the optimal capital structure, that is, the optimal ratio between own and borrowed capital, is one of the most important and complex tasks that are solved in the process of financial management of the enterprise. Optimizing the capital structure is important for all enterprises, regardless of their organizational and legal form of ownership and type of activity, as it allows to increase profits based on the use of loans. A necessary condition for this is the use of modern analysis and modeling tools, where neural networks occupy one of the leading places. The expediency of using neural networks as a tool for managing the capital structure of the enterprise is substantiated. It is established that the use of neural networks allows highlighting their advantages compared to traditional mathematical methods. Given that regression networks are particularly sensitive to the problem of outliers, one possible way to solve this problem was found and proposed: train the network, then test it on training observations, find and discard those that give a very large error, and then train the network again. As a result, an illustration of the best model was obtained, which is quite acceptable for use in the process of managing the capital structure of a domestic enterprise in order to determine the nature of the relationship between the parameters characterizing the capital structure and its financial stability.*

**Key words:** own capital, raised capital of the enterprise, capital structure management, neural network, financial stability of the enterprise.

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах нестабільної економічної ситуації в Україні, важливого значення для успішної діяльності підприємств набуває раціональне управління структурою капіталу. Управління формуванням капіталу полягає в обґрунтуванні, прийнятті і реалізації управлінських рішень щодо залучення капіталу у необхідному обсязі і встановлення його оптимальної з точки зору ефективності діяльності підприємства структури. Визначення оптимальної структури капіталу, тобто оптимального співвідношення між власним і запозиченим капіталом, є однією з найбільш важливих і складних задач, які вирішуються в процесі фінансового управління підприємством. Оптимізація структури капіталу має важливе значення для всіх підприємств незалежно від їх організаційно-правової форми власності та виду діяльності, оскільки дозволяє збільшувати прибуток підприємства. Необхідною умовою цього є використання сучасного інструментарію аналізу та моделювання, де нейронні мережі займають одне з провідних місць.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання, пов'язані із теоретичними засадами управління структурою капіталу підприємств та її оптимізацією постійно досліджуються у працях відомих вітчизняних та зарубіжних вчених. Так, плідно працюють над цією проблематикою такі науковці, як: А. Бланк, О. Ареф'єва, М. Білик, О. Бандурка, Є. Брігхем, Г. Кірейцев, А. Поддєрьогін, А. Семенов, В. Савчук, О. Терещенко, Є. Рясних, Н. Ушакова, С. Юшко, О. Щербань та інші [1–4]. Не зважаючи на значні напрацювання в цій сфері, питання пов'язані із розробкою методики, визначення оптимальної структури капіталу з метою максимізації прибутку підприємств та підвищення їх ринкової вартості потребують подальших досліджень, глибоких розробок та практичних рекомендацій щодо їх впровадження. Саме за цих обставин, для підприємств важливими залишається практичні розробки, пов'язані з застосуванням нейронних мереж з метою оптимізації структури капіталу.

**Постановка завдання.** Метою статті є узагальнення теоретико-методичного підґрунтя щодо застосування нейронних мереж в практичній діяльності управління структурою капіталу вітчизняних підприємств.

**Виклад основного матеріалу.** Альтернативним шляхом обробки експериментальних даних та побудови правил прийняття рішень при оптимізації управління структурою капіталу вітчизняних підприємств є застосування штучних нейронних мереж (НМ). Нейронні мережі являють собою нелінійні системи, що дозволяють в багатьох випадках набагато краще класифікувати дані, ніж математичні [5]. Результати застосування нейронних мереж дозволяють виділити їх переваги, порівняно з традиційними математичними методами:

- відсутність обмежень на вхідну інформацію (на відміну від статистичної обробки даних);
- здатність навчатися на прикладах в тих випадках коли невідомі закономірності розвитку ситуації, при невизначеній залежності між вхідними та вихідними даними, а також у випадках неповної, не точної і внутрішньо суперечливої вхідної інформації;
- можливість знаходити оптимальні для певного інструмента параметри і будувати оптимальну для заданого ряду вхідних параметрів модель прогнозування. Більш того, моделі прогнозування здатні адаптуватись і змінюватись відповідно до ситуації, що особливо важливо для України в умовах фінансово-економічної кризи;
- більш ефективно стискання даних за рахунок побудови нелінійних відображень;
- автоматизація процесу введення і обробки первинних даних;
- виявлення складних залежностей між вхідними і вихідними даними, а також їх узагальнення, що забезпечується за рахунок навчання нейронних мереж;
- нейромережеве моделювання базується тільки на фактичних даних без апріорних умов і обмежень. При цьому вхідних і вихідних параметрів має бути достатньо для «навчання» нейронної мережі;
- достатньою є побудова та навчання нейронної мережі для розв'язання прямої задачі, що також дозволить розв'язувати зворотню їй;

- нейронні мережі розв'язують задачу інтерполяції, що суттєво підвищує надійність рішення;
- можливість вирішувати кілька завдань (при наявності більш ніж одного виходу);
- простота та легкість використання програмних продуктів, які реалізують нейронні мережі;
- можливість практично безмежно нарощувати потужність нейронної мережі ;
- потенційна стійкість нейронних мереж до відмов;
- повільне зниження якості роботи нейронної мережі;
- можливість додаткової оптимізації різноманітних властивостей нейронної мережі, шляхом додавання критеріїв регуляризації рішення або оптимізації структури нейронної мережі (при цьому алгоритми навчання нейронної мережі залишаються незмінними);
- точність прогнозу перевищує 95%;
- сфера використання нейронних мереж практично не обмежена [5].

Найбільш поширеними програмами зі створення нейромереж є: NeuroXL Package; NeuroSolutions; Statistica Neural Networks; MATLAB Neural Network Toolbox. Ці програмні продукти полегшують процедуру конструювання, навчання та використання штучних нейронних мереж. Варто зазначити, що використання нейромережевого аналізу за допомогою Statistica Neural Networks для підтримки розв'язання задач регресії включає кроки, зображені на рис. 1.

Виконаємо побудову і використання нейронної мережі автоматизованим способом за допомогою програми Statistica Neural Networks.

Підготуємо вихідний пакет Statistica Neural Networks і дані до застосування. У якості вхідних даних для побудови нейронної мережі у якості змінних даних застосуємо щоквартальні значення основних показників управління структурою капіталу, а у якості результативної ознаки – результуючий показник фінансової стійкості підприємства СК «Восток» [6]. Обрані показники представлені в табл. 1.

При цьому застосуємо такі умовні позначення:

- VAR1 – коефіцієнт фінансової залежності;
- VAR2 – коефіцієнт фінансового левериджу;
- VAR 3 – коефіцієнт фінансової стійкості.

Таблиця 1

Вхідні дані для побудови нейронної мережі

Показники	2019 р				2020 р				2021 р			
	квартали				квартали				квартали			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Коеф. фін. залежн.	0,95	0,98	1,11	1,08	1,10	1,12	1,08	1,09	1,05	1,06	1,08	1,05
Коеф. фін. левериджу	0,065	0,075	0,076	0,078	0,079	0,078	0,088	0,089	0,045	0,051	0,049	0,049
Коеф. фін. стійкості	0,89	0,91	0,92	0,93	0,91	0,88	0,81	0,92	0,78	0,85	0,85	0,95

Джерело: складено авторами

Відповідно до завдання розв'язання задач регресії, як форми зв'язку між заданими параметрами за допомогою нейронних мереж типу "багатошаровий перцептрон" (MLP) розіб'ємо їх на тренувальний (чорний), перевірочний (червоний) і тестовий (синій) піднабори (рис. 6).

Виконаємо команду File->Network Set->New і створимо мережевий набір – контейнер, в якому зберігатимуться створювані мережі і мережі, модифіковані нами (рис. 3).

Відкриємо вікно редактора мережі командою Edit->Network і проведемо настройки (рис. 4).

Наступним етапом є додаткові настройки мережі у відміченій області. При цьому у стовпці Convert вказується метод перетворення для відповідної змінної. У SNN реалізовані алгоритми мінімакса і середнього/ стандартного відхилення, які автоматично знаходять параметри для перетворення числових значень у потрібний діапазон (рис. 6).

Вікно на показує кількість мереж у наборі (Current), і дає можливість: встановити максимальну кількість мережу наборі (Maximum) і автоматична дія при переповненні набору в момент додавання в нього нової мережі (у нашому випадку Keep Diverse). Після цього виконаємо заміну мережі з вказаним номером поточною мережею; зробимо мережу з найменшою величиною помилки поточною (рис. 7–8).

Отже, ми побудували мережу і додали її в мережевий набір. Після збереження мережі виконаємо настройку методу ініціалізації вагів і порогів поточної мережі так, як показано на рис. 9. Значення в полі Layers означає, що для всіх



Рис. 1. Технологія розв'язання задач в пакеті Statistica Neural Network

Джерело: [5]

шарів встановлюється метод ініціалізації, вказаний у полі Method. Отже, ми застосовуватимемо два методи: Gaussian – використовується генератор випадкових чисел з нормальним розподілом, для якого середнє Mean = 0, а стандартне відхилення SD = 1 (скорочено позначатимемо як [Gaussian(0,1)]); Uniform – використовується генератор випадкових чисел з рівномірним розподілом, для якого нижня межа Min = 0, а верхня межа Max = 1 (скорочено позначатимемо як [Uniform(0,1)]). В результаті початкові значення вагів і порогів мережі встановлені.

Наступним етапом відобразимо гістограму розподілу частот значень вагів і порогів мережі (рис. 10).

Data Set Editor (новый)

Variables 3    0    Cases 6    4    2

	VAR1	VAR2	VAR3
01	0,95	0,065	0,89
02	0,98	0,075	0,91
03	1,11	0,076	0,92
04	1,08	0,078	0,93
05	1,1	0,079	0,91
06	1,12	0,078	0,88
07	1,08	0,088	0,81
08	1,09	0,089	0,92
09	1,05	0,045	0,78
10	1,06	0,051	0,85
11	1,08	0,049	0,85
12	1,05	0,049	0,95

Рис. 2. Вікно редактора даних

Джерело: складено авторами

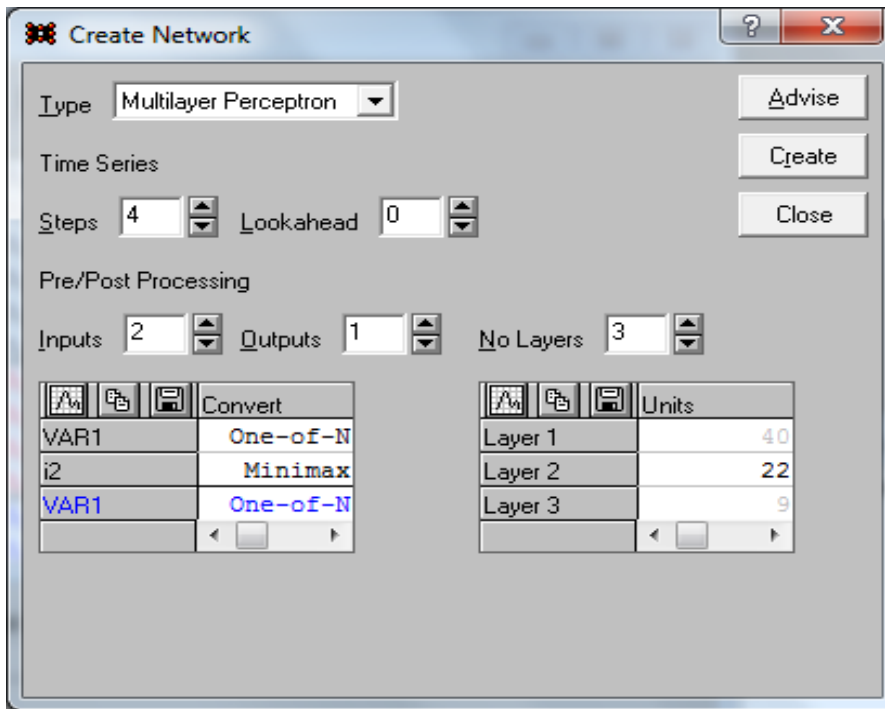


Рис. 3. Вікно помічника створення мережі

Джерело: складено авторами

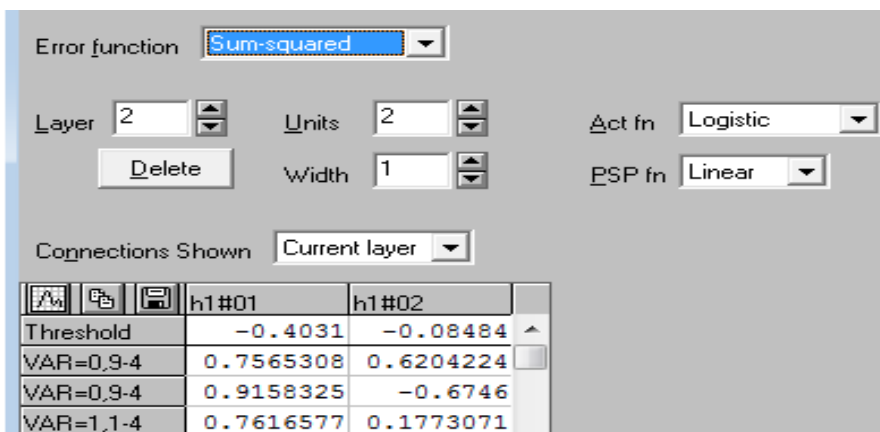


Рис. 4. Настройки другого шару мережі (першого прихованого шару) і його елементів

Джерело: складено авторами

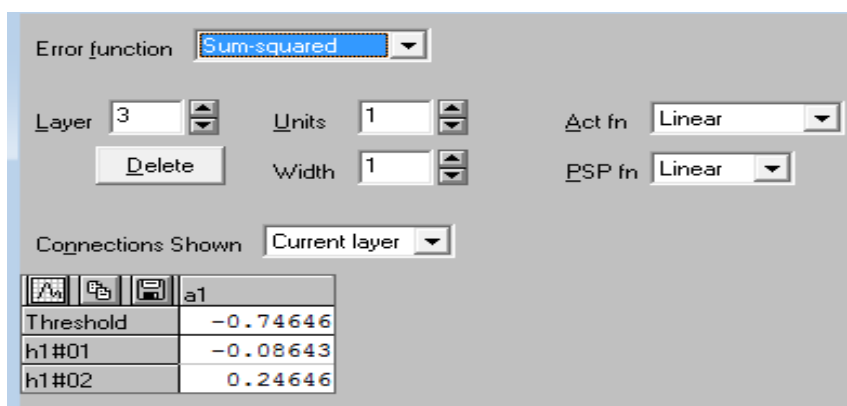


Рис. 5. Настройки третьего шару мережі (другого прихованого шару) і його елементів

Джерело: складено авторами

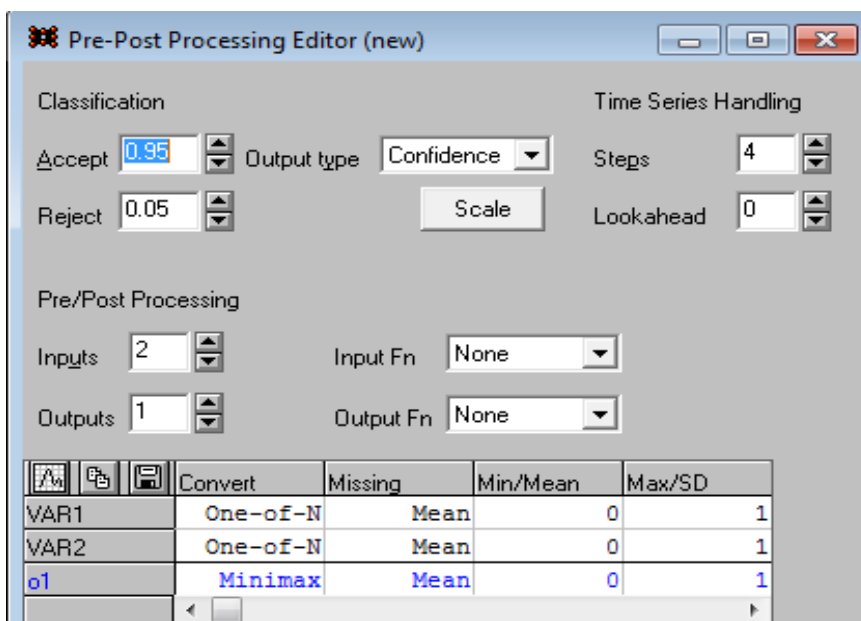


Рис. 6. Вікно редактора налаштувань Pre/Post обробки входів і виходів мережі

Джерело: складено авторами

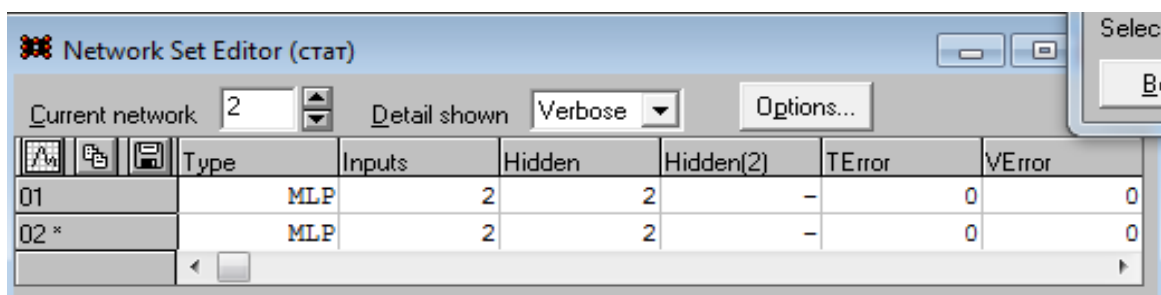


Рис. 7. Редактор мережевого набору

Джерело: складено авторами

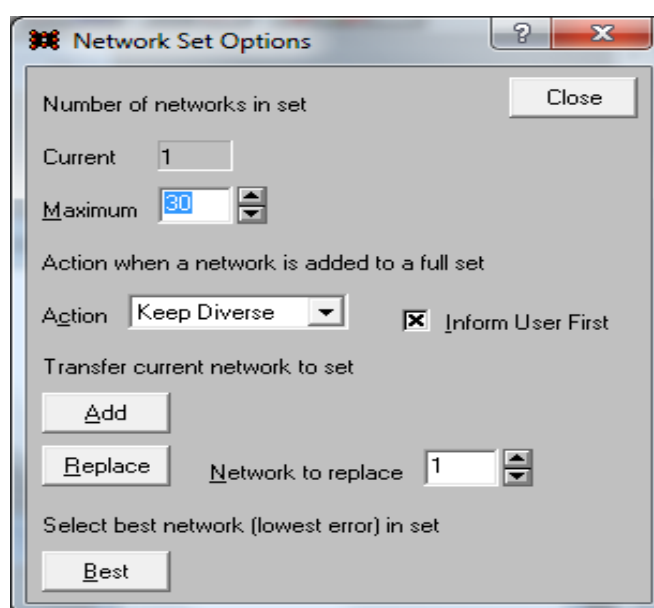


Рис. 8. Налаштування редактора мережевого набору

Джерело: складено авторами

Слід зазначити, що значення вагових коефіцієнтів (а не їх частоти) можна побачити у вікні редактора мережі (рис. 11). При цьому можна

спостерігати як вихідні (після ініціалізації), так і кінцеві (після навчання мережі) значення вагів і порогів.

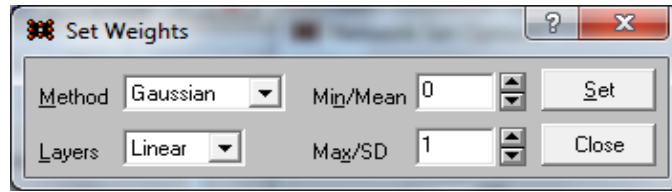


Рис. 9. Настройки методу ініціалізації вагів і порогів мережі

Джерело: складено авторами

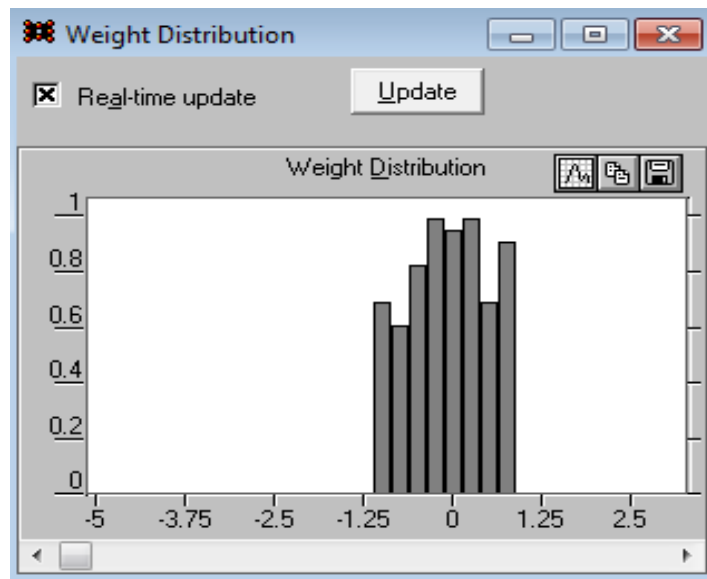


Рис. 10. Гістограма розподілу частот значень вагів і порогів

Джерело: складено авторами

Error function: Sum-squared

Layer: 1, Units: 12, Width: 1, Act fn: Linear, PSP fn: Linear

Connections Shown: All layers

	h1#01	h1#02	a1
VAR=1,0-4	-0.6396	-0.9841	
VAR=1,0-4	-0.9127	-0.1958	
VAR=1,0-4	-0.01813	0.7747192	
VAR=0,9-3	-0.6088	0.06085	
VAR=0,9-3	-0.2823	-0.6411	
VAR=1,1-3	0.1512451	-0.04938	
VAR=1,0-3	0.3634644	0.2389526	
VAR=1,1-3	0.04858	-0.3442	
VAR=1,1-3	0.4762573	0.6490479	
VAR=1,0-3	-0.1224	-0.3151	
VAR=1,0-3	-0.4249	0.0661	
VAR=1,0-3	0.281189	0.6356201	

Рис. 11. Початкові значення вагів і порогів мережі

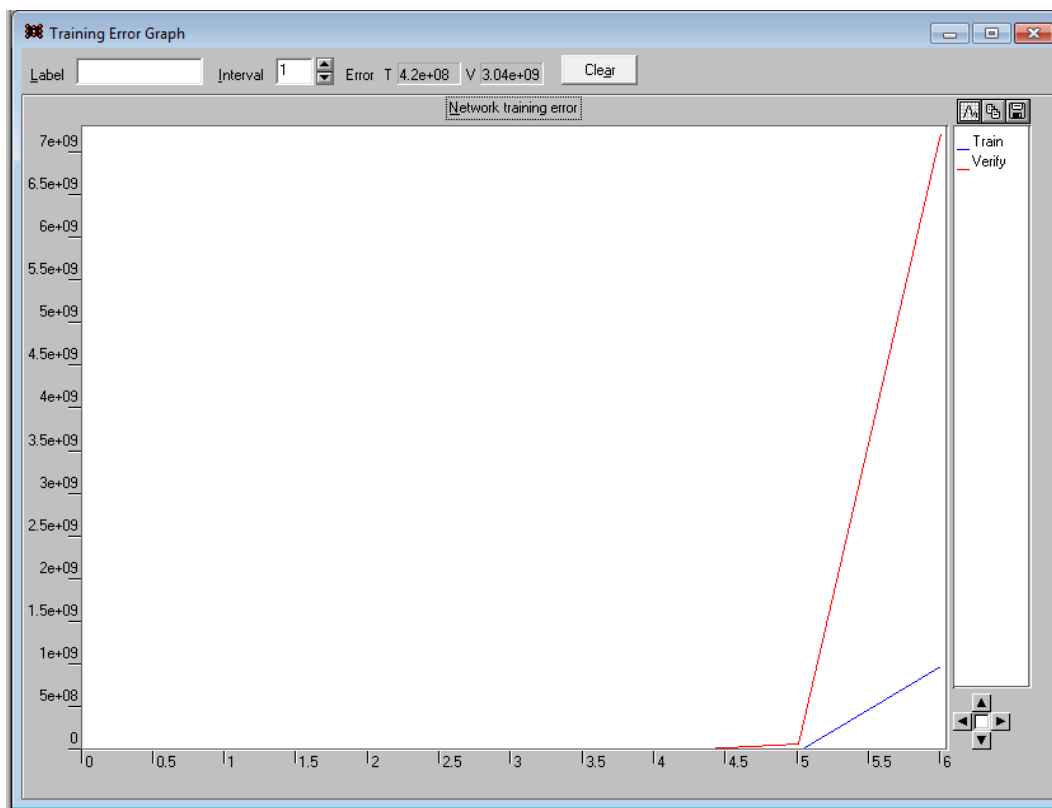
Джерело: складено авторами

Отже, ми провели ініціалізацію ваг і порогів мережі. Виконаємо декілька підготовчих дій і приступимо до її навчання.

Після послідовних робіт з відображення всіх зразків визначимо умови зупинки розрахунку ваг у алгоритмі навчання мережі, встановимо параметри алгоритму навчання і проведемо навчання мережі. Отриманий при цьому графік зміни

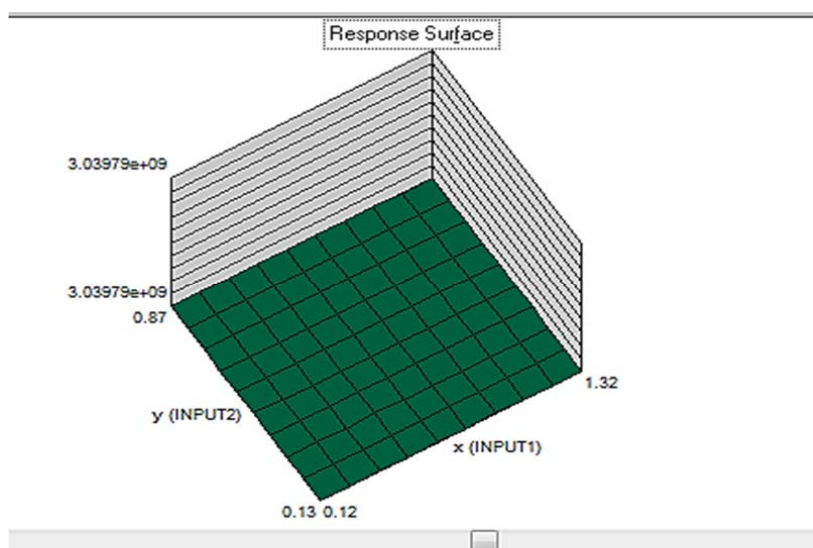
тренувальної (сині) перевірконої (червоної) помилок подано на рис. 12.

Аналізуючи на рис. 11, можна зробити висновок, що перенавчання відбулося, оскільки тренувальна і перевірна помилки синхронно зменшувалися. Результати дослідження зміни результативного параметру (VAR3) у відповідь на зміни двох вхідних змінних (VAR1) та (VAR2) відображено графічно на рис. 13.



**Рис. 12.** Підсумковий графік помилок

*Джерело: складено авторами*



**Рис. 13.** Поверхня відгуку

*Джерело: складено авторами*

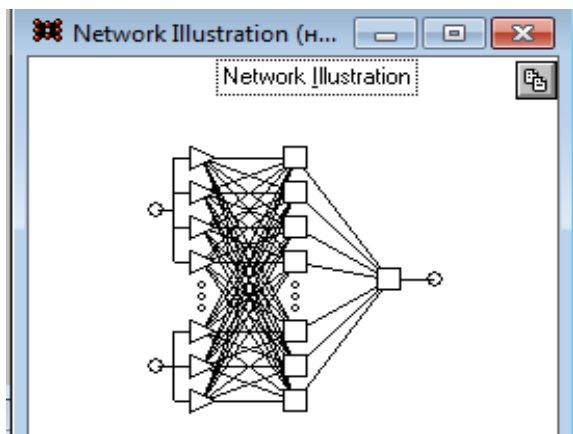


Рис. 14. Ілюстрація кращої мережі

Джерело: складено авторами

Ілюстрацію кращої моделі представлено на рис. 14.

Отже, з огляду на те, що регресійні мережі особливо чутливі до проблеми викидів знайдено та запропоновано один з можливих способів вирішення цієї проблеми: навчити мережу, потім протестувати її на навчальних спостереженнях, знайти і відкинути ті з них, які дають дуже велику помилку, а потім знову навчити мережу. В результаті робіт отримано ілюстрацію кращої моделі, яка цілком прийнятна до використання в процесі управління структурою капіталу вітчизняного підприємства з метою визначення характеру зв'язку між параметрами, що характеризують структуру капіталу та його фінансову стійкість [7].

**Висновки з проведеного дослідження.** На сьогодні нейронні мережі є одним з найбільш ефективних інструментів управління структурою капіталу. Застосування нейронних мереж в управлінні структурою капіталу підприємства дає можливість отримати кращу модель, яка дозволяє визначити характер зв'язку між параметрами, що характеризують структуру капіталу та спрямовано на оптимізацію управління структурою капіталу та підвищення фінансової стійкості підприємства. Подальші перспективи дослідження полягають в розробці інструментів управління структурою капіталу на основі використання нейронних мереж.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:**

1. Бланк И. А. Управление формированием капитала. Киев : Ника-Центр, 2000. 512 с. 19.
2. Терещенко О. О. Детермінанти ставки витрат на капітал на ринках, що розвиваються. Корпоративні фінанси: проблеми та перспективи інновацій-

ного розвитку : зб. матеріалів І Міжнар. наук.-практ. конф. Київ : КНЕУ, 2017. С. 20–27

3. Щербань О. Д., Насібова О. В., Сухоруков Р. В. Методи регулювання та оптимізації структури капіталу підприємства. *Економіка та держава*. 2017. № 12. С. 82–88

4. Юшко С. В., Лугова А. Критичний аналіз економічної сутності поняття «капітал підприємства». *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2011. № 36. С. 234–238.

5. Новікова В. В. Прогнозування внутрішнього валового продукту на основі апарату штучних нейронних мереж. *Економіка та управління АПК*. 2014. N 1. С. 5–11.

6. Викиданець І. В. Методи оптимізації структури капіталу підприємства. URL: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Vdnuet/econ/2009\\_3/27.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vdnuet/econ/2009_3/27.pdf).

7. Семенов А. Г., Ярошевська О. В. Оптимізація структури капіталу підприємства за критерієм максимізації його рентабельності. *Економіка та підприємництво*, 2014 р., № 5 (80).

**REFERENCES:**

1. Blank Y. A. (2000) Upravlenye formirovaniem kapitala [Management of capital formation]. Kyev: Nyka-Tsentr, 512 p. 19.
2. Tereshchenko O. O. (2017) Determinanty stavky vytrat na kapital na rynkakh, shcho rozvyvaiutsia [Determinants of the cost of capital in emerging markets]. *Proceedings of the Korporatyvni finansy: problemy ta perspektyvy innovatsiinoho rozvytku*. Kyiv: KNEU, pp. 20–27
3. Shcherban O. D., Nasibova O. V., Sukhorukov R. V. (2017) Metody rehuliuvaniia ta optymizatsii struktury kapitalu pidpriemstva [Methods of regulation and optimization of the capital structure of the enterprise]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 12, pp. 82–88
4. Yushko S. V., Luhova A. (2011) Krytychnyi analiz ekonomichnoi sutnosti poniattia «kapital pidpriemstva» [Critical analysis of the economic essence of the concept of "enterprise capital"]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, no. 36, pp. 234–238.
5. Novikova V. V. (2014) Prohnozuvannia vnutrishnoho valovoho produktu na osnovi aparatu shtuchnykh neironnykh merezh [Forecasting of the gross domestic product based on the apparatus of artificial neural networks]. *Ekonomika ta upravlinnia APK*, no. 1, pp. 5–11.
6. Vykydanets I. V. Metody optymizatsii struktury kapitalu pidpriemstva [Methods of optimizing the capital structure of the enterprise]. Available at: [http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Vdnuet/econ/2009\\_3/27.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vdnuet/econ/2009_3/27.pdf).
7. Semenov A. H., Yaroshevska O. V. Optymizatsiia struktury kapitalu pidpriemstva za kryteriiem maksymizatsii yoho rentabelnosti [Optimization of the capital structure of the enterprise according to the criterion of maximizing its profitability]. *Ekonomika ta pidpriemnytstvo*, no. 5 (80).