

УДК 651

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ
ОЦІНКИ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА**

***О.В. Головень**, канд. екон. наук, доцент,
Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя*

У статті обґрунтовано вибір нейронних мереж як інструменту оцінки впливу факторів зовнішнього середовища, подано методику нейромережевого моделювання для вирішення різноманітних завдань у сфері управління підприємством та розроблено модель нейронної мережі оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на успішність поставок продукції.

***Ключові слова:** зовнішнє середовище, оцінка, нейронна мережа, поставка продукції.*

В статті обґрунтовано вибір нейронних мереж як інструмента оцінки впливу факторів зовнішнього середовища, представлена методика нейромережевого моделювання для вирішення різноманітних завдань у сфері управління підприємством та розроблено модель нейронної мережі оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на успішність поставок продукції.

***Ключевые слова:** внешняя среда, оценка, нейронная сеть, поставка продукции.*

ВСТУП

Різноманітність та нестабільність умов зовнішнього середовища підприємства обумовлює об'єктивну необхідність своєчасної, швидкої реакції системи управління на зміни з мінімальними витратами. Для цього керівництво повинно не тільки мати у своєму розпорядженні інформацію про фактори зовнішнього середовища, скільки їх кількісне/якісне вимірювання та вміти оцінити їх спільний вплив на основні операційні процеси.

Проблемами оцінки впливу зовнішнього середовища на підприємство займалися такі вчені, як: Ансофф І., Архіпов В., Балабанова Л., Булеєв І., Вейхрич Н., Воронкова А., Градов Ф.П., Гончаров В.В., Дженстер П., Немцов В., Стрикленд А., Томпсон А., Фляйшер К., Хассі Д., Хілл Т., Шемаєва Л. та інші. Але деякі важливі питання при цьому залишилися нерозглянутими, як-от: залежність складу множини факторів зовнішнього середовища від сутності досліджуваного показника, відсутність універсального економіко-математичного інструментарію коригування значення досліджуваних показників із врахуванням множини факторів зовнішнього середовища та інші. Актуальність означених питань та необхідність проведення подальших досліджень зумовили вибір теми та мети дослідження.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є розроблення методичних засад і практичних рекомендацій із забезпечення оцінки впливу зовнішнього середовища на діяльність підприємства на підґрунті теорії нейронних мереж. Для цього поставлено такі завдання: обґрунтувати вибір нейронних мереж як інструменту оцінки впливу факторів зовнішнього середовища; сформувати методіку нейромережевого моделювання для вирішення різноманітних задач у сфері управління підприємством; визначити фактори зовнішнього середовища, які впливають на успішність поставок продукції; розробити модель нейронної мережі оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на успішність поставок продукції та провести її апробацію.

РЕЗУЛЬТАТИ

Ефективність управління підприємством обумовлюється успішністю його реакції на зміни умов функціонування, що в математичному вигляді подається так:

$$W(t) = \{W^E(t), W^I(t)\}, \quad W^2(t) = \{R(t), M(t), A(t)\}, \quad (1)$$

де $W(t)$ - загальна множина умов функціонування підприємства; $W^E(t)$ - підмножини зовнішніх умов функціонування; $W^I(t)$ - підмножини внутрішніх умов функціонування; $R(t)$ - множина параметрів виробничо-технологічних і ресурсних можливостей підприємства; $M(t)$ - маркетингові можливості; $A(t)$ - резерви.

Зовнішнє середовище підприємства доцільно подати як сукупність двох самостійних підсистем: *макросередовища (середовище непрямого впливу)* та *мікросередовища (середовище прямого впливу)* (рис. 1).

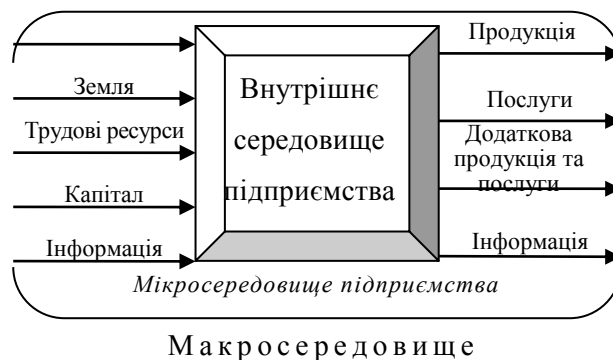


Рисунок 1 - Множина умов функціонування підприємства

Середовище непрямого впливу створює загальні умови функціонування підприємства та, як правило, не має специфічного характеру впливу стосовно окремо розглянутого підприємства. Однак сила зовнішніх збурень макросередовища на різні підприємства може істотно розрізнятися, що пов'язане з розходженнями як у сферах діяльності систем, так і в їхньому внутрішньому потенціалі. Структура макросередовища підприємства містить в собі економічну, правову, політичну, соціальну, технологічну складові [4, 5]. Проте можна подати більш узагальнюючий та деталізований опис макросередовища підприємства, відповідно до якого виділяють такі його складові: природну, демографічну, науково-технічну, економічну, екологічну, політичну, міжнародну.

Вивчення *середовища прямого впливу* підприємства орієнтоване на складові зовнішнього середовища, з якими підприємство перебуває у безпосередній взаємодії, що може бути подано у вигляді комплексу взаємозалежних підсистем: покупців, постачальників, конкурентів та ринку робочої сили.

Прояв факторів зовнішнього середовища підприємства може виявлятися як варіювання поставок ресурсів стосовно плану, договірних умов із постачальниками та реалізаторами, зміна мінімального рівня заробітної плати, ставок податків, поява нових конкурентів на ринку, уподобань споживачів тощо. Однак сумарно оцінити вплив цих та багатьох інших чинників є складним завданням.

В останнє десятиріччя для вирішення складних завдань активно використовують нейронні мережі не тільки в біології та техніці, а також в гуманітарних сферах, соціології, економіці тощо. Результати застосування нейронних мереж у різних сферах діяльності дозволяють виділити такі їх переваги, порівняно з традиційними математичними методами: відсутність обмежень на вхідну інформацію; паралелізм обробки інформації; наявність єдиного та ефективного принципу навчання нейромереж; висока швидкість навчання та реалізації; надійність функціонування; здатність вирішувати неформалізовані завдання; відносна дешевизна; перепрограмованість тощо. Спираючись на доведену ефективність даного інструментарію при вирішенні багатьох економічних завдань запропоновано оцінку впливу факторів зовнішнього середовища проводити на підґрунті теорії нейронних мереж.

Аналіз існуючих літературних джерел стосовно побудови та використання нейронних мереж [1-3] дозволив сформувати таку методіку нейромережевого моделювання для вирішення різноманітних задач управління на підприємстві:

1. *Чітка постановка завдання*, яка стоїть перед ОПР та відповідної задачі, яку при цьому необхідно розв'язати.
2. *Формування масиву вхідних показників*. 2.1. Формування набору показників та масиву їх значень,

якы характеризують стан та динаміку зміни зовнішнього та внутрішнього середовищ. 2.2. Визначення вимог до даних, що потребує виконання певних критеріїв стосовно корисності інформації для ОПР. 2.3. Адаптація первинної вибірки даних (трансформація даних відповідно до вимог пп. 2.2).

3. Нейромережеве моделювання.

- 3.1. Визначення економічної сутності вхідних та вихідних змінних мережі.
 - 3.2. Формування бази альтернативних моделей нейронних мереж (персептрони, лінійні мережі, радіальні базисні мережі, самоорганізаційні мережі Кохонена, мережі Елмана, мережі Хопфілда).
 - 3.3. Формування архітектури нейронних мереж та проведення ініціалізації.
 - 3.4. Підготовка даних (класифікація типу даних, зменшення розмірності, кодування, шкалування).
 - 3.5. Налаштування нейронної мережі.
 - 3.6. Проведення числових експериментів та оцінка рівня настроювання нейронних мереж.
 - 3.7. Вибір конфігурації нейронної мережі, яка дозволить найбільш успішно розв'язати поставлену задачу.
4. Розв'язання поставленої задачі та техніко-економічна інтерпретація отриманих результатів.
 5. Розроблення управлінських рекомендацій із отриманих у результаті моделювання розв'язків та рішень.

Для оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на операційну діяльність підприємства необхідно провести конструювання та дослідження моделей нейронних мереж. На початковому етапі встановлюється множина вхідних та вихідних змінних (рис. 2).

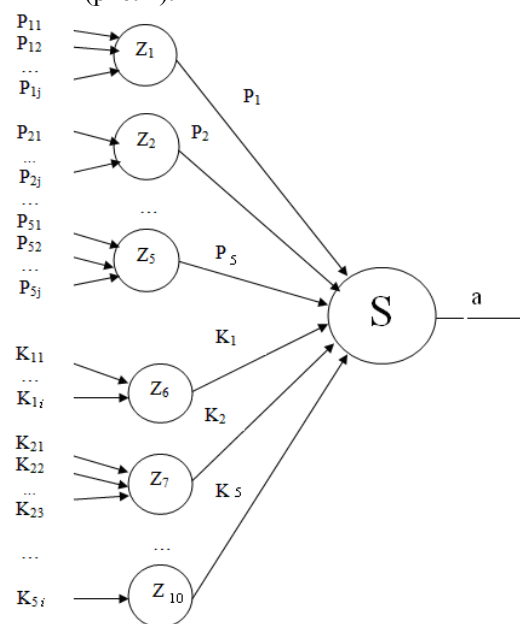


Рисунок 2 - Формальна схема штучної нейронної мережі для оцінки впливу факторів зовнішнього середовища на операційну діяльність підприємства

Як вихідною змінною (a) нейронної мережі (відповідно до рис. 2) можуть бути такі показники: розмір прибутку від операційної діяльності, величина збитків, обсяг виробництва продукції, середні витрати матеріалів на виробництво продукції, відпускна ціна продукції, ймовірність беззбиткової діяльності, ефективність реклами, обсяг попиту та багато інших економічних вимірників операційної діяльності. Вибір кінцевого показника/вихідної змінної нейронної мережі обумовлює набір вхідних змінних. Найбільш узагальнено їх можна подати так: $P = (P_p)$, $p = \overline{1,5}$ – множина факторів прямого впливу зовнішнього середовища, нижній індекс $p=1$ характеризує вплив факторів, ініційований постачальниками, $p=2$ – профспілками, $p=3$ – споживачами, $p=4$ – конкурентами, $p=5$ – державними органами; $P_{1j}, \dots, P_{5j}, j = \overline{1, J}$ – множина факторів прямого впливу зовнішнього середовища найнижчого рівня ієрархії; $\hat{E} = (K_k)$, $k = \overline{1,5}$ – множина факторів непрямого впливу зовнішнього середовища, нижній індекс $k=1$ характеризує вплив факторів ініційований міжнародними подіями, $k=2$ – зміною стану економіки, $k=3$ – соціально-культурним розвитком, $k=4$ – політичними обставинами, $k=5$ – науково-технічним прогресом; $K_{1j}, \dots, K_{5j}, j = \overline{1, I}$ – множина факторів непрямого впливу зовнішнього середовища найнижчого рівня ієрархії; $Z_l, l = \overline{1,10}$ – штучні нейрони першого шару; S – штучний нейрон другого шару. Якщо a інтерпретується як ймовірність «вдалої» поставки продукції, то набір вхідних змінних подається так: $P_1 = (P_{11}, P_{12}, P_{13})$, де P_{11} – ціна на поставку запчастин для транспортних засобів; P_{12} – ціна на нафтопродукти; P_{13} – строки поставок; $P_2 = (P_{21}, P_{22})$, де P_{21} – заробітна плата обслуговуючого персоналу; P_{22} – умови праці; $P_3 = (P_{31}, P_{32}, P_{33}, P_{34})$, де P_{31} – вид та габарити вантажу; P_{32} – строки поставок вантажу; P_{33} –

відстань та складність маршруту; P_{34} – попит на продукцію; $P_4 = (P_{41}, P_{42}, P_{43})$, де P_{41} – попит на продукцію конкурентів; P_{42} – конкурентоспроможність підприємства; P_{43} – ціни на аналогічний вид продукції у конкурентів; $P_5 = (P_{51}, P_{52})$, де P_{51} – жорсткість митного законодавства; P_{52} – податкове навантаження на даний вид операцій; $K_1 = (K_{11}, K_{12})$, K_{11} – міжнародна політична ситуація; K_{12} – непередбачені міжнародні події; $K_2 = (K_{21}, K_{22}, K_{23})$, де K_{21} – зміна рівня цін; K_{22} – ріст інфляції; K_{23} – ріст фактичної заробітної плати; $K_3 = (K_{31}, K_{32})$, де K_{31} – особисті якості працівників; K_{32} – дорожні умови. Кожен фактор оцінювався групою експертів підприємства за п'ятибальною шкалою, де 1 – слабка сила впливу; 2 – помірна сила впливу; 3 – середня сила впливу; 4 – велика сила впливу; 5 – дуже велика сила впливу.

На основі даних за 100 останніх перевезень підприємства ТОВ «Транс-Логістик» розрахована ймовірність вдалої доставки. При цьому встановлено, що за даними попередніх перевезень результати поставок можна класифікувати так: доставка раніше строку в повному обсязі, доставка у строк у повному обсязі, доставка із запізненням у повному обсязі, доставка в строк у неповному обсязі та доставка із запізненням у неповному обсязі. Отже, на виході нейронної мережі розв'язується задача регресії (в задачах регресії метою є оцінка значення неперервної числової вихідної змінної за значеннями вхідних змінних). Ймовірність вдалої доставки продукції ТОВ «Транс-Логістик» для кожного з п'яти класів за даними 100 останніх перевезень наведена в табл. 1.

Таблиця 1 - Ймовірності вдалої доставки продукції ТОВ «Транс-Логістик»

Клас	Ймовірність
Доставка у строк у повному обсязі	0,51
Доставка із запізненням у повному обсязі	0,42
Доставка в строк у неповному обсязі	0,02
Доставка із запізненням у неповному обсязі	0,03
Доставка раніше строку в повному обсязі	0,02

Щоб зменшити розмірність нейронної мережі, використано метод аналізу ієрархій, що дозволило визначити пріоритетні фактори. В результаті використання даного методу для факторів найнижчого рівня ієрархії можна зробити висновок, що лише 10 з них достатньо для оцінки ймовірності вдалої доставки продукції: $P_{11}, P_{12}, P_{21}, P_{31}, P_{32}, K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}, K_{31}$.

Конструювання та аналіз нейронних мереж доцільно проводити у *STATISTICA Neural Networks*, який є потужним аналітичним та має найкращі робочі характеристики. Для підбору найбільш підходящої за архітектурою та характеристиками нейронної мережі в пакеті *STATISTICA Neural Networks* доцільно використати Майстер рішення задач (*Intelligent Problem Solver*).

Завдання регресії в пакеті *STATISTICA Neural Networks* можна вирішувати за допомогою мереж таких типів: багатошаровий перцептрон (рис. 3), радіальна базисна функція (рис. 4), узагальнено-регресійна мережа (рис. 5) і лінійна мережа (рис. 6).

Для проведення нейромережевого моделювання на основі інформації про 100 останніх перевезень продукції ТОВ «Транс-Логістик» сформовано масив вхідних та вихідних змінних. На рис. 7 подано продуктивність та звіти про розмір помилок побудованих нейронних мереж зазначеного типу. Отже, найбільш якісно з поставленим завданням впоралася лінійна нейронна мережа з 10 входами і 1 виходом, яка надалі і буде використовуватись.

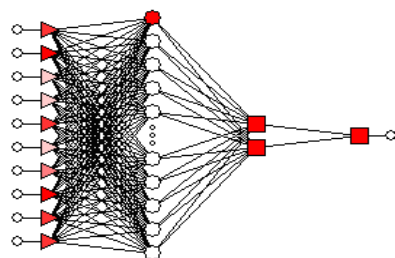


Рисунок 3 - Архітектура узагальнено-регресійної нейронної мережі

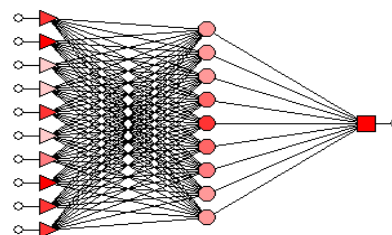


Рисунок 4 - Архітектура радіально-базисної функції

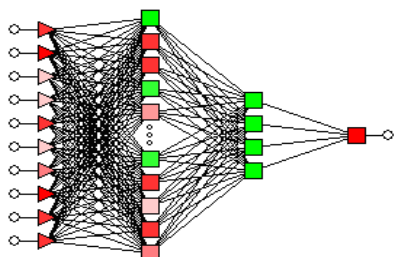


Рисунок 6 - Архітектура лінійної нейронної

Подробные результаты моделей (Таблица)							
N	Архитектура	Производительность обуч.	Контр. производительность	Тест. производительность	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Тестовая ошибка
11	ОРНС 10:10-90-2-1:1	0,011628	0,446106	1,137928	0,096801	1,729792	3,141942
12	РЕФ 10:10-9-1:1	0,790317	0,444184	0,704829	6,579347	1,365848	4,571653
13	Линейная 10:10-1:1	0,989227	0,957696	1,001134	0,097002	0,075149	0,109032
14	МП 10:10-12-4-1:1	0,263807	0,710549	0,813621	0,062770	0,057024	0,066905
15	Линейная 9:9-1:1	0,892975	0,426491	1,070242	0,212146	0,034017	0,084877

Рисунок 7 - Детальні результати нейромережевого моделювання в пакеті STATISTICA Neural Networks

Для прогнозування результатів 10 альтернативних поставок продукції співробітниками відділу логістики ТОВ «Транс-Логістик» оцінено вплив факторів зовнішнього середовища (табл.2). Завдання полягає у відборі найкращих з точки зору ефективності кінцевого результату-доставки.

Таблиця 2 - Вхідні дані для моделювання

Фактори впливу / Номер поставки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P ₁₁	3	5	4	3	4	2	1	1	2	4
P ₁₂	4	4	2	3	3	3	3	1	2	2
P ₂₁	5	1	4	2	3	4	5	1	3	1
P ₃₁	5	3	2	1	4	3	1	2	5	1
P ₃₂	3	4	2	2	2	4	5	3	3	3
K ₁₁	2	3	1	1	1	5	2	3	1	1
K ₁₂	3	4	5	3	4	1	5	5	4	5
K ₂₁	2	1	1	1	5	1	3	3	4	3
K ₂₂	5	5	4	3	4	5	4	1	1	4
K ₃₁	4	5	5	3	4	4	2	4	4	3

Використовуючи побудовану лінійну нейронну модель у пакеті STATISTICA Neural Networks, визначено ймовірності вдалої поставки продукції ТОВ «Транс-Логістик» для 10 випадків (табл. 3).

За результатами розрахунків поставки 1, 2, 5, 6 будуть доставлені у строк і в повному обсязі, тобто можна рекомендувати укладання контракту із даними споживачами.

Таблиця 3 - Розраховані ймовірності успішності поставок

Номер поставки	Ймовірність вдалої поставки	Результат ефективності поставок
1	0,510611	Доставка у строк у повному обсязі
2	0,877459	Доставка у строк у повному обсязі
3	0,387722	Доставка із запізненням у повному обсязі
4	0,306768	Доставка із запізненням у повному обсязі
5	0,523213	Доставка у строк у повному обсязі
6	0,763301	Доставка у строк у повному обсязі
7	0,424715	Доставка із запізненням у повному обсязі
8	0,34175	Доставка із запізненням у повному обсязі
9	0,427609	Доставка із запізненням у повному обсязі
10	0,394507	Доставка із запізненням у повному обсязі

ВИСНОВКИ

У сучасних умовах нестабільної економічної ситуації важливого значення набуває ефективне управління підприємством. Необхідною умовою цього є використання сучасного інструментарію аналізу та моделювання, де нейронні мережі займають одне з провідних місць.

Для прийняття обґрунтованих управлінських рішень на підприємстві із врахуванням впливу факторів зовнішнього середовища запропоновано методикку адаптації та навчання комплексу нейронних мереж. На основі сформованих теоретичних засад розроблено нейромережеву модель оцінки ймовірності вдалої поставки, яка враховує такі фактори зовнішнього середовища, як ціни на запчастини, ціни на нафтопродукти, заробітну плату співробітників, вид та габарити вантажу, строки поставок вантажу, рівень цін, рівень інфляції та особисті якості працівників тощо, що дозволяє обирати тих контрагентів, співробітництво з якими має найменший ризик. Даний інст. румент становить значну практичну цінність для підприємств різних видів діяльності, функціонування яких включає перевезення.

SUMMARY

ECONOMIC MATHEMATICAL TOOLKIT OF AN ESTIMATION OF ENVIRONMENT FACTORS INFLUENCE ON ACTIVITY OF THE ENTERPRISE

The choice of neural networks as tool of an estimation of environment factors influence is proved in article. The neural network technique of modeling for making decisions on various problems in sphere of operation of business is presented and the model of a neuron network for estimation of influence of environmental factors on successful delivering of production is developed.

Key words: environment, an estimation, a neural network, production delivery.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Калан Р. Основні концепції нейронних мереж/ Р. Калан. – М.: Вид. дім «Вільямс», 2006. – 288 с.
2. Кизим М.О. Нейронні мережі: теорія і практика застосування: монографія / М.О. Кизим. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2006. – 240 с. Рос. мова.
3. Круглов В.В. Штучні нейронні мережі. Теорія і практика / В.В. Круглов. – М.: Гаряча лінія; Телеком, 2002. – 382 с.
4. Лысенко Ю.Г. Экономика и кибернетика предприятия: Современные инструменты управления: монография./ Ю.Г. Лысенко. - Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2006. – 356с.
5. Стратегия формирования инвестиционной привлекательности металлургических предприятий Украины / под общ. ред. проф. Ю.Г. Лысенко. – Донецк: ООО «Юго-Восток, Лтд», 2005. – 381с.

Надійшла до редакції 19 жовтня 2010 р.