

## **Застосування технологій нейронних мереж при формуванні інтелектуального капіталу підприємства**

Стрімке розповсюдження новітніх технологій у виробничих процесах, зростання обсягів наукомісткої продукції на світових конкурентних ринках обумовлюють розробку теоретичних засад впровадження інтелектуальних засобів у практику діяльності вітчизняних підприємств. Особливо це стосується вирішення задач планування та прогнозування, оскільки сучасна економічна ситуація, що склалася на Україні, характеризується високою невизначеністю, динамічністю перетворень, наявністю невеликої кількості неповної інформації про ринкову кон'юнктуру. Тому виникає об'єктивна необхідність пошуку нових методів аналітичної оцінки та прогнозування основних показників діяльності вітчизняних підприємств.

В сучасних умовах розвитку суспільства при прогнозуванні та управлінні в різних областях господарювання, в тому числі у моделюванні складних економічних процесів, широке розповсюдження поступово знаходять нейронні мережі.

Нейронні мережі – це клас аналітичних методів, що побудовано на гіпотетичних принципах навчання мислячих істот і функціонування мозку, які дозволяють прогнозувати значення деяких змінних у нових спостереженнях за даними інших спостережень (для цих же чи інших змінних) після проходження етапу так званого “навчання” на наявних даних. Одна з головних переваг нейронних мереж полягає в тому, що вони можуть апроксимувати будь-яку безупинну функцію.

Штучна нейронна мережа – це сукупність обробних елементів, які організовано шарами [4, с.55]. Всі штучні нейрони одного шару зв'язано зі всіма штучними нейронами наступного шару за допомогою зважених зв'язків. Зважені зв'язки – це інформаційні канали, через які розповсюджується пам'ять штучної нейронної мережі. Властивість штучних нейронних мереж виводити недеградований образ об'єкта на основі неповних чи неточних даних являється однією з найважливіших,

так як імітує інтелект людини, спроможної приймати рішення при нестачі інформації.

При роботі (використанні) мережі у вхідні елементи подаються значення вхідних змінних, потім послідовно відпрацьовують нейрони проміжних і вихідних шарів. Кожний з них обчислює своє значення активації, беручи зважену суму виходів елементів попереднього шару і відраховуючи з неї граничне значення. Потім значення активації перетворюється за допомогою функції активації, і в результаті виходить вихід нейрону.

Потенціал штучного нейрону визначається виходячи із формули [3, с.53]:

$$P = \sum_{i=1}^N W_i X_i, \quad (1)$$

$N$  – розмірність простору вхідних сигналів;

$W_i$  – значення ваг;

$X_i$  – значення вхідних розмірностей.

Після того, як вся мережа відпрацює, вихідні значення елементів вихідного шару приймаються за вихід усієї мережі в цілому.

Застосування нейронних мереж на практиці діяльності вітчизняних підприємств дозволить прогнозувати такі показники, для яких традиційні економіко-статистичні методи виявляються непридатними, оскільки інформація майбутнє становище підприємства в умовах швидких та динамічних змін зовнішнього середовища найчастіше за все виявляється неповною та неточною. Технології нейронних мереж можуть використовуватися для інтерполяції часткової інформації в більш повну та пошуку схованих закономірностей в базах даних, моделювання однієї підмножини змінних із іншої на основі неповних та неточних даних.

Доцільність впровадження нейронних мереж для вирішення задач прогнозування ґрунтується на їх здатності навчатися на неповних неточних даних, моделювати залежності у випадку великої кількості змінних та можливості обмежуватися невеликими обчислювальними ресурсами. За допомогою нейронних мереж можна моделювати складні нелінійні функції.

Найбільш розповсюджена область застосування нейронних мереж – це рішення задач в складних предметних областях, для яких важко знайти експертів й нелегко сформулювати чіткі правила. Саме такими властивостями характеризується процес формування інтелектуального капіталу підприємства. Тому цілєю статтю являється обґрунтування можливості прогнозування ринкової вартості інтелектуального капіталу підприємства на основі використання технологій нейронних мереж.

Процес формування інтелектуального капіталу підприємства повинний, на погляд авторів статті, включати: ідентифікацію інтелектуальних активів підприємства; визначення цінності цих інтелектуальних активів для підприємства; у разі високої цінності існуючих інтелектуальних активів для підприємства, повинна здійснюватися їхня оцінка; у разі низької цінності – необхідно враховувати рекомендації щодо вдосконалення інтелектуальних активів; із визначенням цінності інтелектуальних активів для підприємства, необхідно заносити їх в бази знань інтелектуального капіталу підприємства, здійснювати захист та розробляти рекомендації щодо вдосконалення та розвитку.

Таким чином, процес формування інтелектуального капіталу включає наступні етапи (рис. 1).

На етапі ідентифікації здійснюється аналіз наявного інтелектуального капіталу підприємства, який відображується в бухгалтерській та фінансовій звітності в статті “нематеріальні активи”. Як свідчать дослідження [1], проблема ідентифікації інтелектуального капіталу на підприємствах України залишається невирішеною. Приблизно 30% вітчизняних підприємств не відображують нематеріальні активи в бухгалтерській звітності, а більша частина цих активів заноситься в досить узагальнену статтю “інші нематеріальні активи”. Але навіть на тих підприємствах, де нематеріальні активи ідентифіковано, досить високий їх відсоток (приблизно 30%) також заноситься в статтю “інші”. На тих підприємствах, де все ж таки нематеріальні активи ідентифікуються та відображаються в бухгалтерській звітності, вони складають досить незначну частку, порівняно з основними засобами, в загальному підсумку балансу.

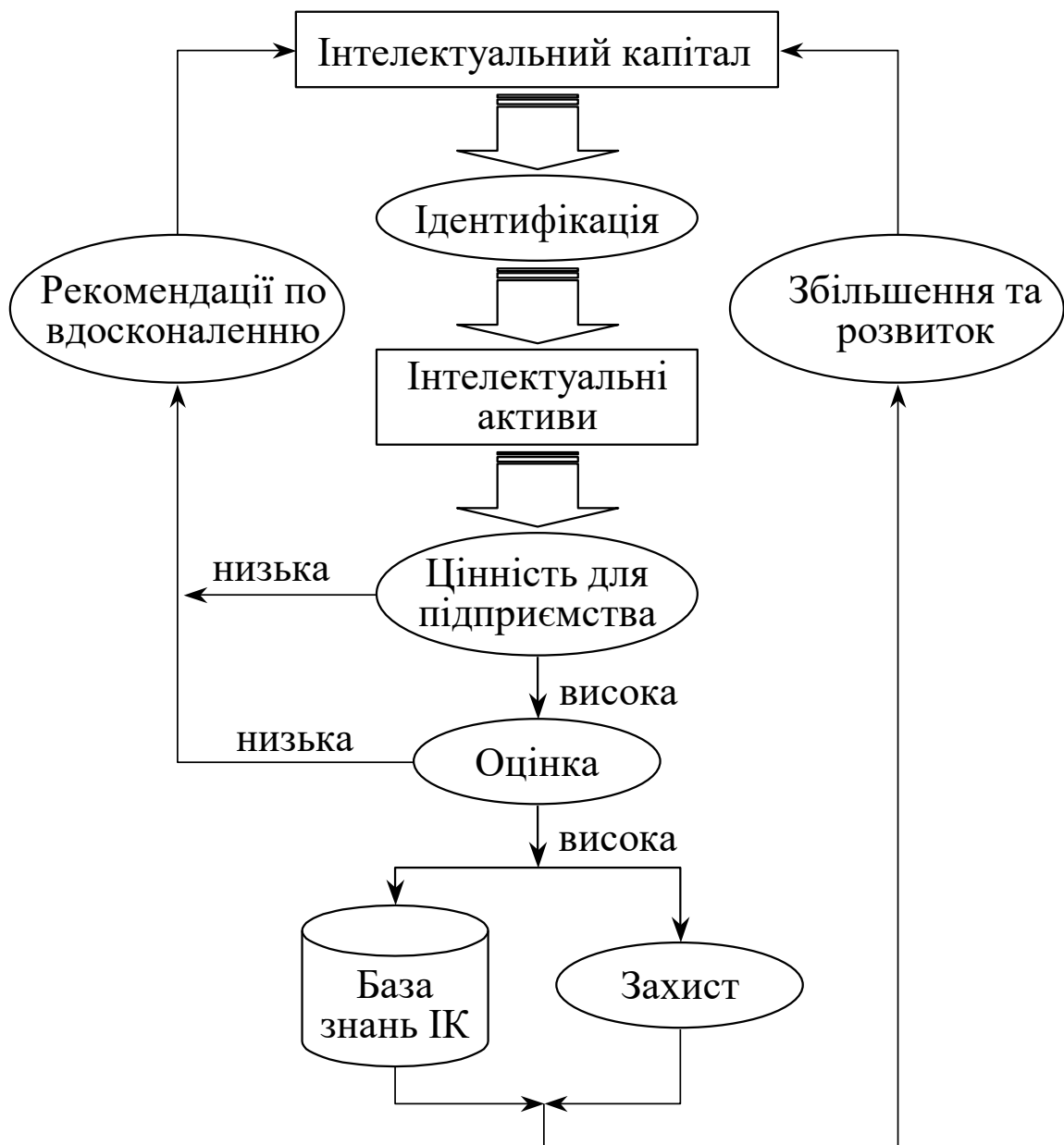


Рис. 1. Схема процесу формування інтелектуального капіталу підприємства

Після ідентифікації інтелектуальних активів, для прогнозування майбутньої вартості інтелектуального капіталу підприємства необхідно визначити теперішню. Для його оцінки на практиці використовуються такі основні підходи: витратний, порівняльний та дохідний [2].

Із застосуванням витратного підходу, за яким вартість інтелектуального капіталу оцінюється по витратам, що необхідні на його відтворення чи заміну у поточних цінах за відрахуванням зносу, об'єкти інтелектуального капіталу заносяться в бухгалтерську звітність. Однак

цій підхід не враховує майбутніх вигод від використання цих об'єктів та їх теперішню ринкову вартість.

Порівняльний підхід засновано на принципі можливості вибору інтелектуальних активів із наявної кількості аналогічних. При цьому ціни продажу таких активів являються вихідною інформацією для розрахунку вартості даного об'єкта. Недоліком цього підходу являється неможливість визначення дійсної ринкової вартості всіх активів підприємства, оскільки на Україні ще недостатньо розвинений фондовий ринок, а інформація про ціни об'єктів-аналогів майже відсутня.

Дохідний підхід засновано на встановленні причинного зв'язку між функціональними властивостями активу та майбутніми доходами від його використання в діяльності підприємства. При оцінці інтелектуального капіталу цей підхід може бути реалізований за допомогою методів дисконтування майбутніх грошових потоків та прямої капіталізації доходів.

Метод дисконтування майбутніх грошових потоків – перетворення за визначеними правилами майбутніх доходів, очікуваних інвестором, у поточну вартість оцінюваних активів.

Капіталізація представляє собою процес переводу доходів від використання об'єкта в його вартість. Метод прямої капіталізації доходів використовується в основному для розрахунку залишкової вартості інтелектуальних активів підприємства.

Істотною проблемою при використанні цих двох методів являється вибір коефіцієнтів дисконтування й капіталізації, показників чистого доходу та терміну корисного використання об'єктів інтелектуального капіталу.

Отже, недосконалість методичних підходів до оцінки інтелектуального капіталу підприємства обумовлює необхідність подальших розробок в цьому напрямку.

Методика розрахунку надлишкового прибутку, наведена в [3], спрямована на усунення вищенаведених недоліків та базується на оцінці сукупного інтелектуального капіталу підприємства, оскільки оцінити окремі групи інтелектуальних активів достатньо важко.

Надлишковий дохід означає дохід, отриманий понад прибутком, що необхідний для забезпечення реалістичних амортизаційних витрат,

обґрунтованого прибутку на ідентифіковані активи підприємства, відсоткових нарахувань на капітал, який може бути інвестовано в інші сфери (грошові кошти, рахунки дебіторів, товарно-матеріальні запаси за вирахуванням заборгованості постачальникам). Такий надлишковий доход повинен бути віднесений на рахунок гудвілу та інших нематеріальних активів, що підприємство придбало в процесі діяльності, які неідентифіковано або які не піддаються кількісній оцінці.

Запропоноване в статті удосконалення цієї методики за рахунок спрощення процедури оцінки включає наступні етапи:

1. Проведення аналізу діяльності підприємств за прибутковістю (збитковістю) функціонування шляхом розподілу їх на прибуткові, збиткові та нестабільно функціонуючі.

2. Визначення у якості індикатору майбутніх перспектив показників звітів (про прибутки та збитки за останні 2-3 роки).

3. Складання аналітичного балансу.

4. Урахування прибутку на капітальні вкладення, які можливо здійснити (придбання землі, обладнання), та на нематеріальні активи, за виключенням гудвілу.

5. Відрахування із загального прибутку прибутку на інвестиції.

6. Визначення вартості гудвілу за розміром надлишкового доходу.

7. Одержання загальної вартості підприємства шляхом підсумовування вартості гудвілу, власного матеріального капіталу та нематеріальних активів, що оцінено окремо.

Методику з цими нововведеннями було апробовано з використанням статистичних даних 49 вітчизняних підприємств. Аналіз взаємозалежностей показників, обчислених за вищенаведеною методикою, показав, що між ними не має чіткої лінійної залежності, тобто їх лінійна апроксимація виявилася незадовільною. Це робить непридатними спроби застосування традиційних математичних методів.

Тому авторами статті пропонується в якості ефективного методу прогнозування вартості інтелектуального капіталу підприємства використовувати технології нейронних мереж, оскільки вони можуть бути застосовані як інструмент здійснення оцінки ситуацій та прогнозування, коли проблема предметної області характеризується сильною взаємодією між змінними чи проблемі властиві інші форми нелінійності.

При доборі змінних і зниження розмірності даних для подальшого використання їх нейронною мережею необхідно визначити внутрішні залежності між змінними. Може виявитися так, що як входи досить узяти лише частину з декількох корельованих змінних, і цей вибір може бути довільним. Тому для вибору даних для побудови мережі було розраховано кореляційні зв'язки між основними показниками діяльності підприємств.

Проведені дослідження показали, що в залежності від того, наскільки прибутково чи збитково функціонують підприємства, залежить тіснота кореляційного зв'язку між основними показниками їх діяльності.

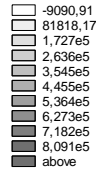
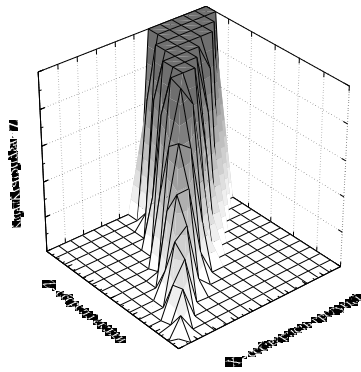
Результати проведених досліджень свідчать про тісну кореляційну залежність між показниками діяльності прибуткових підприємств. Однак при зменшенні прибутковості функціонування тіснота кореляційного зв'язку поступово знижується, а при збитковості – в деяких випадках майже відсутня. Таким чином, спостерігається пряма залежність між прибутковістю функціонування підприємств та тісністю кореляційного зв'язку між основними показниками їх діяльності.

Наступним етапом прогнозування вартості інтелектуального капіталу підприємства являється вибір типу нейронної мережі. На теперішній час існує велика кількість нейронних мереж, найбільш розповсюдженими з яких являються багат шаровий персептрон, радіальна базисна функція, імовірнісна нейронна мережа; узагальнено-регресійна мережа; лінійна мережа; мережа Кохонена.

Для визначення прогнозних значень ринкової вартості інтелектуального капіталу підприємства авторами статті було обрано лінійну нейронну мережу, оскільки для застосування інших типів нейронних мереж існує обмеження за обсягом вибірки.

Було розраховано модель множинної нелінійної регресії, в якій припускається, що залежна змінна являється лінійною функцією незалежних змінних та застосовано функцію підгонки з використанням остаточних оцінок параметрів. Таку регресійну залежність можна розглядати як найпростіший тип нейронної мережі.

$$z=91,651-1,024*x+4,174*y-1,181e-5*x*x+6,078e-5*y*y-7,054e-5*y*y$$



$$z=-984,666+5,494*x-0,346*y-3,765e-5*x*x+2,08e-5*y*y-2,959e-6*y*y$$

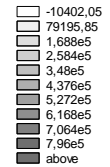
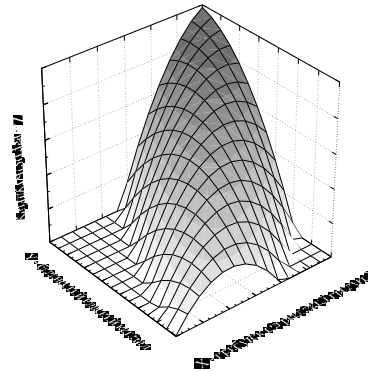
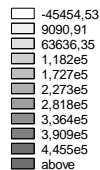
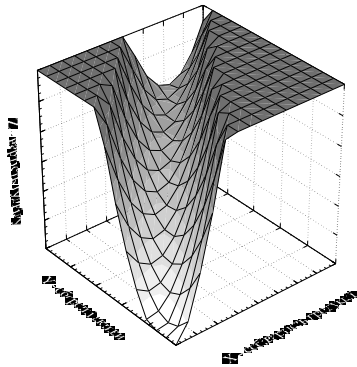


Рис. 2. Прогноз нейронної мережі по впливу показників діяльності на вартість інтелектуального капіталу прибуткових підприємств за умови, що всі інші фактори залишаються незмінними

$$z=1144,26+2,11*x-2,496*y+5,298e-6*x*x-2,728e-5*x*y+3,085e-5*y*y$$



$$z=-3216,91+3,447*x-0,004*y-2,141e-5*x*x+1,499e-5*x*y-1,46e-6*y*y$$

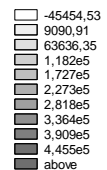
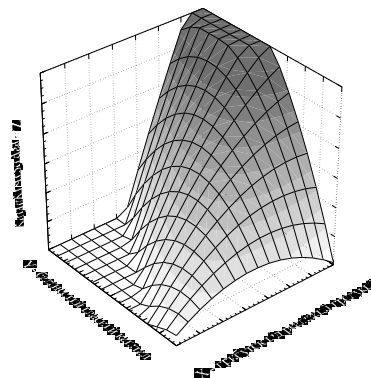
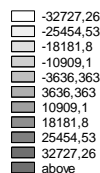
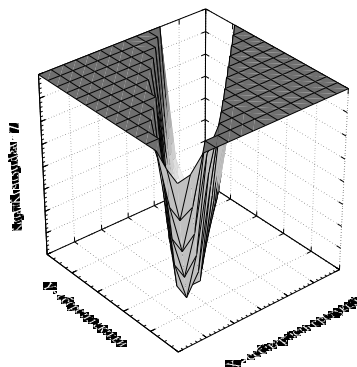


Рис. 3. Прогноз нейронної мережі по впливу показників діяльності на вартість інтелектуального капіталу підприємств, що функціонують нестабільно за умови, що всі інші фактори залишаються незмінними

$$z=2807,91-0,203*x-0,944*y+2,015e-5*x*x-6,711e-5*x*y+6e-5*y*y$$



$$z=-1278,347+5,972*x-0,162*y-2,269e-4*x*x-5,442e-6*x*y+5,287e-8*y*y$$

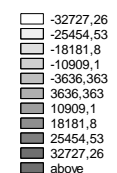
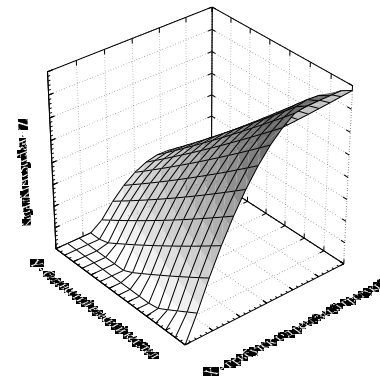


Рис. 4. Прогноз нейронної мережі по впливу показників діяльності на вартість інтелектуального капіталу збиткових підприємств за умови, що всі інші фактори залишаються незмінними



Для наочного зображення результатів розрахунків було побудовано тривимірні графіки, які традиційно використовуються для підгруп спостережень, заданих за допомогою обраної категоріальної перемінної чи логічних умов вибору. Основна задача цих графіків – спростити порівняння взаємозв'язків між трьома і більш змінними для різних груп чи категорій спостережень, відображуючи їх взаємозв'язки в координатах XYZ. Результати розрахунків надано на рис. 2-4.

Таким чином, застосування нейронних мереж на практиці дозволить прогнозувати ринкову вартість інтелектуального капіталу підприємства, оскільки використання традиційних статистичних методів, в основному лінійних, не призводить до виявлення закономірностей діяльності підприємств в умовах динамічного ринкового середовища. Запропонована методика вирішує також проблему прогнозування оцінки вартості підприємства як бізнесу у випадках придбання акцій, приєднання, зливання, поглинання, продажу частини підприємства як бізнесу.

#### Література:

1. Грачов В.І., Стрижак О.О. Проблеми ідентифікації та оцінки інтелектуального капіталу на підприємствах України // Економіка: проблеми теорії та практики: Збірник наукових праць. Вип. 183: В 3 т. Том III – Дніпропетровськ: ДНУ, 2003. – С. 867-879.
2. Леонтьев Б.Б. Цена интеллекта. Интеллектуальный капитал в российском бизнесе. – М.: Издательский Центр «Акционер», 2002. – 200 с.
3. Симионова Н.Е. Методы анализа рынка. Учеб. пособие. – М.: Экспертное бюро, 2000. – 128 с.
4. Фролов Ю. В. Интеллектуальные системы и управленческие решения. – М.: МГПУ, 2000. – 294 с.