

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА МЕН

УДК 330.3, 330.4

ЗАГАЛЬНА НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ПОРІВНЯЛЬНОГО ПІДХОДУ ВАРТІСНОЇ ОЦІНКИ МАТЕРІАЛЬНИХ ТА НЕМАТЕРІАЛЬНИХ АКТИВІВ

Якубовський В. В.

Доктор технічних наук, професор кафедри міжнародного бізнесу Інституту міжнародних відносин Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Бичков О. С.

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри програмних систем і технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Анотація. *В статті обґрунтована доцільність використання методології штучних нейронних мереж до розв'язання питань вартісної оцінки матеріальних та нематеріальних активів. Запропоновано загальну структуровану нейромережеву модель найбільш поширеного порівняльного підходу вартісної оцінки майна та майнових прав.*

Нейронна мережа використовується для виконання процесів розпізнавання об'єкту оцінки, його класифікації та формування ціни на підставі порівняння з об'єктами-аналогами згідно значень відповідних ціноутворюючих параметрів.

Описаний алгоритм програмної реалізації запропонованої загальної нейромережевої моделі при її практичній реалізації.

Ключові слова: *нейромережева модель, структурований підхід, вартісна оцінка, порівняльний підхід, майно, майнові права, асоціативна пам'ять, багатошаровий перцептрон, мережа Кохонена, мережа Хопфілда, мережа Хемінга, навчання нейромережі.*

Постановка проблеми. Вартісна оцінка матеріальних та нематеріальних активів відноситься до спектру задач прикладного економічного аналізу [1, с. 155]. Стала практика виконання робіт з вартісної оцінки полягає в їх проведенні досвідченими фахівцями-оцінювачами із застосуванням тих чи інших методологічних підходів та методів оцінки.

Найбільш поширеним підходом при виконанні робіт з вартісної оцінки майна та майнових прав залишається порівняльний підхід, сутністю якого є пошук та співставлення ринкової вартості аналогічних за своїми характеристиками об'єктів [2, с. 198]. Таким чином ефективність застосування порівняльного підходу до вартісної оцінки багато в чому залежить від наявності повноцінної інформації про ринкову вартість об'єктів даної групи. Але в будь-якому випадку проведення оціночних робіт фахівцем-оцінювачем носить ознаки суб'єктивності, вплив якої на остаточний результат вартості майна може бути досить значним. Актуальним питанням тому залишається подальше удосконалення методологічних основ проведення робіт з вартісної оцінки шляхом застосування сучасних методів пошуку та обробки інформаційних масивів.

Мета статті – Обґрунтування доцільності використання підходу на базі нейронних мереж та розробка загальної структурованої нейромережевої моделі для її застосування в порівняльному підході вартісної оцінки активів різних видів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Слабка формалізованість процедур виконання робіт та, як наслідок, досить висока залежність результатів від суб'єктивних факторів є однією з визнаних рис сучасного стану проведення робіт з вартісної оцінки [2, с. 12; 3, с. 58]. Застосування для цих цілей класичних підходів багатовимірного статистичного аналізу викликає значні труднощі, які пов'язані з необхідністю побудови відповідних регресійних моделей та надійної оцінки їх параметрів [1, с. 133].

На відміну від цього, використання нейромережевого підходу не накладає ніяких обмежень на характер вхідної інформації та не викликає необхідності в створенні аналітичної моделі оскільки сама нейронна мережа виступає в ролі такої моделі. Значну перевагу саме нейромережевому підходу надають його здатність до самонавчання та стійкість до впливу «статистичних шумів». Саме завдяки цьому нейромережеві підходи поступово притягують все більшу увагу при вирішенні складних економічних питань [4, с. 147].

В той же час застосування нейронних мереж для цілей вартісної оцінки є вкрай обмеженим. Головним чином воно полягає в їх використанні для цілей прогнозування поведінки відповідних ринків [1, с. 122; 4, с. 146; 5, с. 27]. Практично відсутні узагальнюючі роботи із застосування нейромережевих інструментів та методів щодо вартісної оцінки різноманітних активів, яка проводиться на підставі найбільш поширеного порівняльного підходу.

Основні результати дослідження. При розгляді найбільш ефективних шляхів застосування нейромережевого підходу до вартісної оцінки необхідно, насамперед, наочно уявити та структурувати сам процес здійснення оціночної діяльності. При виконанні робіт з вартісної оцінки того чи іншого активу перш за все необхідно ідентифікувати сам об'єкт оцінки та визначити його характеристичні показники, які безпосередньо впливають на його вартість або мають побічний вплив. Такі показники можуть бути названі ціноутворюючими факторами, перелік яких відрізняється для різних категорій майна.

Для житлової нерухомості, наприклад, до основних ціноутворюючих факторів відносяться: місце розташування, загальна площа та її розподіл, наявність транспортних комунікацій, поверховість, матеріали стін та перекриття, якість внутрішнього оснащення та рівень загального стану. На відміну від цього для промислових будівель цей перелік буде відрізнятися згідно з критеріями їх придатності до застосування, тоді як, скажемо для транспортних засобів він буде зовсім іншим.

Виходячи з цього на першому етапі оціночних робіт необхідно провести оцінку основних ціноутворюючих параметрів об'єкту оцінки згідно чого віднести його до тієї чи іншої групи, класу або кластеру.

Наступним кроком є пошук ринкових аналогів з близькими рівнями ціноутворюючих факторів та відомою вартістю купівлі-продажу. На жаль, в сучасних умовах вітчизняної економіки та організації державної звітності отримати достовірну інформацію щодо вартості об'єктів по реалізованих угодах їхньої купівлі-продажу неможливо, оскільки вона носить викривлений характер та не відображає реального рівня вартості. Крім того на відмінність від країн з розвинутою економікою відсутнім у відкритому доступу є загальнодержавний реєстр таких угод, що унеможливує збір та систематизацію відповідної статистичної інформації.

Тому єдиним логічним шляхом залишається пошук та обробка інформації по оголошенням про продаж в яких вказуються стартові цінові пропозиції. Розглядаючи таку, за-

пропоновану в оголошенні, ціну в якості максимальної вартості, яка є заявленою продавцем, в подальшому здійснюється її корегування з введенням коефіцієнтів «на торг», діапазон яких складає від 3-5% до 20-30% в залежності від групи об'єкту оцінки, його особливостей та специфіки самої угоди, наприклад терміновості продажу.

В подальшому цінові пропозиції продажу товарів-аналогів співставляються з об'єктом оцінки у відповідності до конкретних значень ціноутворюючих факторів та статистично обробляються з отриманням усереднених значень та розкидів. На підставі отриманих результатів формується загальне уявлення щодо вартості об'єкту оцінки, яка фіксується в вигляді висновку.

Якщо представити описаний алгоритм порівняльного підходу проведення робіт з оцінки майна через термінологію штучних нейронних мереж, то дійдемо висновку що він складається з процесів розпізнавання, запам'ятовування та забування певних даних про об'єкт оцінки.

Розпізнавання – через класифікацію та порівняння ціноутворюючих параметрів об'єкту оцінки здійснюється підбір аналогічних об'єктів з існуючої бази даних.

Запам'ятовування – знайдені з бази даних параметри зберігаються та визначається вартість об'єкту оцінки.

Забування – застаріла або невідповідна за критеріями ціноутворення інформація про вартість об'єктів-аналогів не використовується.

Найбільш традиційні системи штучного інтелекту, що реалізовані стандартними алгоритмами не нейромережевого характеру, не дають належної гнучкості в розв'язуванні таких складних задач, які описані вище. Тому при побудові систем, що моделюють професійну діяльність людини при розв'язанні проблеми розпізнавання образів, здійснення прогнозів, оцінювання, асоціативних методів зберігання інформації доцільно використовувати підходи, основані на нейронних мережах [6, с. 462].

Відносно асоціативної пам'яті слід зазначити, що у моделі обчислювань фон Неймана, що використовується в сучасних обчислювальних машинах, звертання до пам'яті доступно тільки за допомогою адреси, що не залежить від змісту пам'яті. Більше того, якщо допущено помилку в обчисленні адреси, то може бути знайдена зовсім інша інформація.

На відміну від цього асоціативна пам'ять, або пам'ять, що адресується за змістом, доступна за вказівкою заданого змісту, що значно скорочує кількість можливих помилок. При цьому зміст пам'яті може бути викликаний навіть за частковим входом або частково зіпсованим змістом. Притаманна нейронним мережам асоціативна пам'ять потрібна також й при створенні інформаційних баз даних, які формуються та широко використовуються при проведенні робіт з вартісної оцінки майна.

В цілому, попередню кластеризацію об'єктів оцінки найбільш доцільно моделювати нейромережею Кохонена. Відповідно, процес класифікації усередині кластеру – мережею Хемінга, тоді як для процесу розпізнавання найбільш прийнятним є використання багатопереднього перцептрона. Виходячи з особливостей процесу запам'ятовування, для його опису слід використовувати мережу Хопфилда [7, с. 856; 8, с. 97].

Виходячи з вказаного загальної нейромережевої структури для її використання в порівняльному підході до вартісної оцінки активів різних видів маже бути зображена в наступному вигляді (рис. 1):

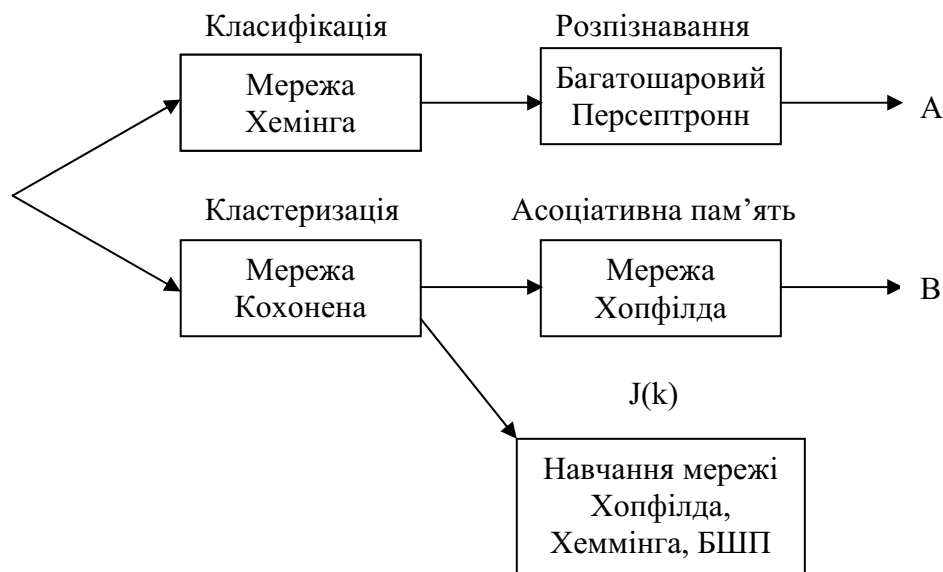


Рис. 1. Загальна нейромережева структура порівняльного підходу вартісної оцінки активів.

Збіг із заданим рівнем наближення результатів розпізнаного і знайденого в асоціативній пам'яті зразків отримання вартості об'єкту – **A** і **B** досягається в ході так званих процесів поглинання та тренування нейромережевої моделі. Ідеальний варіант – приблизне співпадіння значень **A** і **B**.

Запам'ятовування об'єкта – це зберігання даних об'єкту. З одного боку, ми намагаємось співвіднести об'єкт з якимось із відомих класів і розпізнати його в даному контексті. Зрозуміло, що результатом буде певний об'єкт, на який наш вхідний об'єкт має найбільшу схожість. З іншого боку, одночасно з свідомим сприйняттям, відбувається і робота нашої пам'яті, а саме пошук схожого об'єкту в базі нерухомості, намагання створити цьому об'єкту відповідний клас в пам'яті або в базі даних. Зрозуміло, що пам'ять сприймає його як новий, і тому співвідносить його з новим класом. Сам же процес запам'ятовування – це навчання асоціативної пам'яті пізнавати цей новий об'єкт.

Забування – це втрата зв'язків класів моделей об'єктів з самими об'єктами в асоціативній пам'яті. Цей процес відбувається з часом.

Ми отримали по суті чотири задачі: класифікації, розпізнавання, кластеризації та асоціативної пам'яті, і певний зв'язок між ними. Ці задачі розв'язують використовуючи нейронні мережі згідно загальної схеми, зображеної на рис. 1.

Для моделювання цих нейронних мереж використовуємо універсальну математичку модель нейронної мережі [9, с. 7] у вигляді:

$$\begin{aligned}
 y(t) &= \sum_{j=1}^m w_j x_j(t) \\
 \frac{du}{dt} &= -\alpha_1 u(t) + \beta_1 y(t) \\
 \frac{d\theta}{dt} &= -\alpha_2 \theta(t) + \alpha_2 \theta_0 + \beta_2 x(t) + \beta_3 u(t) \\
 x(t) &= F(u, \theta, y, t)
 \end{aligned} \tag{1}$$

Тут $y(t)$ – загальний вхідний сигнал нейрона, $u(t)$ – його мембранний потенціал, $\theta(t)$ – поріг спрацьовування, $x(t)$ – вихідний сигнал. Усі інші коефіцієнти є певними константами між 0 та 1, які описують та конкретизують поведінку нейрона:

- α_1 – інерційність мембранного потенціалу нейрона;
- β_1 – інерційність просторової сумації вхідних сигналів;
- α_2 – динамічний коефіцієнт адаптації порогу нейрона;
- β_2 – коефіцієнт адаптації порогу за вихідним сигналом;
- β_3 – коефіцієнт адаптації порогу за мембранним потенціалом.

При програмній реалізації моделі ми працюватимемо у дискретному часі, тому цю математичну модель перепишемо у вигляді:

$$\begin{aligned} y(t+1) &= \sum_{j=1}^m w_j x_j(t) \\ u(t+1) &= (1 - \alpha_1)u(t) + \beta_1 y(t+1) \\ \theta(t+1) &= (1 - \alpha_2)\theta(t) + \alpha_2 \theta_0 + \beta_2 x(t) + \beta_3 u(t) \\ x(t) &= F(u(t), \theta(t), y(t)) \end{aligned} \quad (2)$$

Виходячи з того факту, що кількість об'єктів для зберігання в нейронній асоціативній пам'яті буде дуже великою доцільно використовувати ортонормовану тензорну мережу Хопфілда [10, с. 22, 11, с. 24].

$$x' = \text{Sign} \left(\sum_{i=1}^m (x^{\otimes k}, v^i) x^i \right) = \text{Sign} \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \gamma_{ij}^{-1} (x, x^j)^k x^i \right)$$

де

x – вхідний вектор-образ, вектори v^i задовольняють вимозі: $(x^i, v^j) = \delta_{ij}$, де $\delta_{ij} = 0$, $i \neq j$, $\delta_{ij} = 1$, $i = j$, тобто є дуальними до векторів,

x, y_{ij}^{-1} – елемент матриці Грама $\Gamma^{-1} \left(\left\{ x^{i \otimes k} \right\} \right)$

Елементи матриці Грама для векторів $\{x^i\}$ мають вигляд $\gamma_{ij} = (x^i, x^j)$ (ij -й елемент матриці Грама дорівнює скалярному добутку i -го еталона на j -й).

В загальному вигляді послідовність алгоритму дій в рамках описаного структурованого нейромережевого підходу до вартісної оцінки включає наступні кроки:

1. подати об'єкт вартісної оцінки для обробки;
2. класифікувати його, тобто віднести до одного з відомих класів;
3. розпізнати об'єкт в цьому класі;
4. результат представити як ідеальний образ розпізнаного об'єкта;
5. якщо об'єкт можна віднести до одного з відомих класів то знайти існуючий об'єкт-образ в асоціативній пам'яті в контексті цього нового об'єкту. У протилежному випадку:
 - створити новий клас, що відповідає новому об'єкту;
 - створити новий модуль асоціативної пам'яті, та записати об'єкт в нього;
 - навчити систему розпізнавання цього об'єкта.
6. дія забування – видалення. Перенести до архіву ті об'єкти нерухомості, які вже не використовуються при оцінюванні нових об'єктів.

У випадку збігу ідеального образу **A** і об'єкту-образу **B** можна об'єкту вартісної оцінки призначати встановлену ринкову ціну для об'єктів заданого класу. У протилежному випадку – ціну вибирають із міркувань допустимого рівня відхилень.

Висновки. Спираючись на розгляд процесу проведення робіт з вартісної оцінки, обґрунтована доцільність використання нейромережевого підходу, що забезпечує отримання більш об'єктивних результатів проведення цих робіт та отримання більш достовірних результатів оцінки.

В статті розроблена та запропонована нова загальна модель порівняльного підходу вартісного оцінювання майнових об'єктів. Основа підходу полягає в складно структурованій нейронній мережі, елементи якої моделюють процеси кластеризації, класифікації, розпізнавання, запам'ятовування та забування, які здійснюються в ході виконання робіт з оцінювання. На підставі цього вдається повністю змодельовати реальний процес вартісного оцінювання об'єктів різної природи.

Для практичного використання розробленого підходу описаний загальний алгоритм його програмної реалізації, який спирається на універсальну математичну модель нейронних мереж.

Імітація розробленої структурованої мережі та апробація її практичного використання показала, що її функціонування повністю моделює процес оцінки різноманітного майна, який здійснюється в рамках порівняльного підходу.

Список використаної літератури

1. Воронін В. О., Лянце Е. В., Мамчин М. М. Аналітика ринку нерухомості: методологія та принципи сучасної оцінки. – Львів : «Магнолія 2006», 2014.- 304 с.
2. Оцінка нерухомості. Навч. посіб. / О. І. Драпиковський, І. Б. Іванова, Ю. В. Крумеліс. – К. : ТОВ «СІК Груп Україна». 2015.– 424 с.
3. Shannon P. Pratt, Alina V. Niculita. Valuing a Business. The Analysis and Appraisal of Closely Held Companies. 5th edition.– McGraw-Hill Companies, 2008.–1081 p.
4. Ежов А. А., Шумский С. А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. – М. : МИФИ, 1998. – 222 с.
5. Зайченко Ю. П., Плаксин В. К. Прогнозирование финансовых временных рядов с использованием нейронных сетей. Вісник ЧДТУ, 2010, № 2.– С. 27-32.
6. Бычков А. С. Власов А. М. Применение дифференциальных уравнений при моделировании психоэмоциональных процессов // Дифференциальные уравнения, функциональные пространства, теория приближений. Межд.конференция, посвященная 100-летию со дня рождения С. Л. Соболева. Новосибирск, 5-12 октября, 2008 г. – С. 460-466.
7. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. 2-е изд.– М. : Вильямс, 2006.– 1104 с.
8. Бичков О. С. Когнітивні методи кібернетики. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 128 с.
9. Каляев А. В. Моделирование информационных процессов в нейропроцессорных сетях. Часть I // Электрон.моделирование. – 2003. – 25, № 6. – С. 5-21.
10. Горбань А. Н., Миркес Е. М. Информационная емкость тензорных сетей : Тез. докл. IV Всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». – Красноярск, 1996. – С. 22-23.
11. Горбань А.Н., Миркес Е.М. Помехоустойчивость тензорных сетей : Тез. докл. IV Всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». – Красноярск, 1996. – С. 24-25.

GENERAL NEURONETS MODEL OF COMPARITIVE APPROACH IN VALUATION OF TANGIBLE AND INTANGIBLE ASSETS

Yakubovsky V. V.

Doctor of technical sciences, professor of the international business chair, of the Institute of International Relations Kiev National Taras Schevchenko University.

Bychkov O. S.

Candidate of physic-mathematic sciences, assistant professor, chair of programmatic systems and technologies head of Kiev National Taras Schevchenko University.

Abstract. *Feasibility of artificial neuronets methodology application for valuation of tangible and intangible assets is grounded. Proposed is general structural neuronets model for most widely used comparative approach of property and property rights valuation.*

Neuro net is used for modelling processes of valuation object recognition, its classification and value assessment utilising comparison with analog items with respect to price unfluencing parameters.

Algorithm of neuro nets model program realization is described for its practical realisation purposes.

Key words: *Neuro net model, structured approach, valuation, comparative approach, property, property rights, associated memory, multilayers perseptron, Kohonen net, Hopfield net, Haming net, net training.*

References

1. Voronin V. O., Lyantse E. V., Mamchin M. M. Property market analitics: methodology and principles of nowadays valuation. – Lviv : «Magnolia 2006», 2014. – 304 p.
2. Property valuation. Textbook. / O. I. Drapikovskiy, I. B. Ivanova, Y. V. Krumelis. – K. : «SIC Group Ukraine» Ltd. 2015. – 424 p.
3. Shannon P. Pratt, Alina V. Niculita. Valuing a Business. The Analysis and Appraisal of Closely Held Companies. 5th edition. – McGraw-Hill Companies, 2008. – 1081 p.
4. Eszhov A. A., Shumskiy S. A. Neurocomputing and its utilization in economy and business. – M. : MIFI, 1998.– 222 p.
5. Zaychenko Y. P., Plaksin V. K. Financial timing sequences prognosis with utilization of neuro nets. ChDTU Bulletin, 2010, № 2. – P. 27-32.
6. Bychkov A. S., Vlasov A. M. Differential equations utilization for modeling of psychoemotional processes // Differential equations, functional spaces, approximation theory. Int. conf. Novosibirsk, 5-12 October, 2008. – P.460-466.
7. Haykin S. Neuro nets. Complete coarse. 2th ed. – M. : Williams, 2006. – 1104 p.
8. Bychkov A.S. Cognitive methods of cybernetics. «Kyiv's university» publ., 2006. – 128 p.
9. Kalyaev A. V. Information processes modelling in neuroprocessing nets. Part I // Electronic modelling. – 2003. – 25, № 6. – P. 5-21.
10. Gorbanj A. N., Mirkes E. M. Information capacity of tensor nets: IV All-Russian seminar «Neuroinformation and its application» proceedings. – Krasnoyarsk, 1996. – P. 22-23.
11. Gorbanj A. N., Mirkes E. M. Noise resistance of tensor nets: IV All-Russian seminar «Neuroinformation and its application» proceedings . – Krasnoyarsk, 1996. – P. 24-25.

ОБОБЩЕННАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ СРАВНИТЕЛЬНОГО ПОДХОДА СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ И НЕМАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ

Якубовский В. В.

Доктор технических наук, профессор кафедры международного бизнеса Института международных отношений Киевского национального университета им. Тараса Шевченко.

Бычков А. С.

Кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой программных систем и технологий Киевского национального университета имени Тараса Шевченко.

Аннотация. *В статье обоснована целесообразность применения методологии искусственных нейронных сетей для решения задач стоимостной оценки материальных и нематериальных активов. Предложена обобщенная структурированная модель наиболее распространенного сравнительного стоимостной оценки имущества и имущественных прав.*

Нейронная сеть используется для осуществления процессов распознавания объекта оценки, его классификации и формирования стоимости на основе сравнения с объектами-аналогами в соответствии со значениями определенных пенообразующих параметров.

Описан алгоритм программной реализации предложенной обобщенной нейросетевой модели при ее практическом применении.

Ключевые слова: *Нейросетевая модель, структурированный подход, стоимостная оценка, сравнительный подход, имущества, имущественные права, ассоциативная память, сеть Кохонена, сеть Хопфилда, сеть еминга, обучение нейросети.*