

Гече С.Ф.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВ У НЕЙРОБАЗИСІ

У статті розроблено методи синтезу нейронних елементів, які реалізують різні моделі прогнозування показників оцінювання ефективності використання основних засобів підприємств. На базі цих нейронних елементів побудована нейромережева схема, яка може бути ефективно використана для прогнозування техніко-економічних показників об'єктів господарювання.

Ключові слова: основні засоби, екстраполяція, синтез, моделі прогнозування, нейронний елемент, нейромережа, опукла лінійна комбінація.

ВСТУП

Планування роботи будь-якого об'єкта господарювання та управління його виробничо-господарською діяльністю пов'язано з необхідністю прогнозувати на перспективу основних показників оцінювання ефективності використання основних засобів підприємства.

Прогнозування техніко-економічних показників підприємства є особливо важливим під час кризи, коли постійно виникає проблема нестачі фінансових ресурсів, спостерігається високий рівень фізичного зносу обладнання через відсутність рівномірного його відновлення і постає питання більш ефективного використання основних засобів підприємства.

Розв'язанню проблем застосування групи показників для оцінки технічного стану основних засобів підприємства та визначення міри їх оновлення присвячені праці С.Ф.Покропивного, В.К.Збарського, І.В.Ковальчука, П.В.Круша, В.К.Скляренка, А.В.Черепи та ін. Через групи показників, як показано в роботах [1], [2], [3] можна визначити інтенсивність оновлення основних засобів та оцінити ефективність їх використання. У праці [4] встановлено, що послідовність значень кожного із цих показників утворює відповідний часовий ряд. Отже, розроблення ефективних методів прогнозування часових рядів є актуальною задачею і має важливе економічне застосування.

Метою дослідження є розробка нейромережевої схеми для ефективного прогнозування часових рядів, що може бути застосовано для передбачення значення показників, які визначають оптимальне використання основних засобів за певний період прогнозу.

Методологія дослідження включає метод найменших квадратів – для синтезу нейронних елементів, які реалізують відповідні моделі прогнозування, а також основні методи нейроінформатики – для синтезу нейромережевих схем.

1 СИНТЕЗ НЕЙРОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО РЕАЛІЗУЮТЬ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ

В основі всіх методів прогнозування є ідея екстраполяції закономірностей розвитку процесу, що склалася до моменту виконання прогнозу, на майбутній період часу.

Нехай $v_1, v_2, \dots, v_t, \dots, v_n$ часовий ряд, що відповідає певному показнику оцінювання ефективності використання основних засобів підприємства, де v_t – значення показника у момент (період) часу t , n – число реалізацій часового ряду.

Як правило, прогнозоване значення показника v_t знаходиться за формулою:

$$\tilde{v}_t = f(a_1, a_2, \dots, a_r, v_{t-1}, v_{t-2}, \dots, v_{t-k}, t), \quad (1)$$

де \tilde{v}_t – розрахункове значення показника, f – функція екстраполяції, a_1, a_2, \dots, a_r – параметри моделі, r – кількість параметрів, k – глибина передісторії. Параметри моделі a_1, a_2, \dots, a_n визначають так, щоб мінімізувати наступний функціонал:

$$L(a_1, a_2, \dots, a_r) = \sum_{t=k+1}^n (v_t - \tilde{v}_t)^2 \quad (2)$$

Оптимальні значення параметрів $a_1^*, a_2^*, \dots, a_r^*$ при яких функціонал $L(a_1, a_2, \dots, a_r)$ приймає мінімальне значення $\left(L(a_1^*, a_2^*, \dots, a_r^*) = \min_{a_1, \dots, a_r} L(a_1, a_2, \dots, a_r) \right)$ знаходять за наступною системою рівнянь:

$$\frac{\partial L}{\partial a_i} = 0, i = 1, 2, \dots, r. \quad (3)$$

Метод знаходження оптимальних значень параметрів $a_1^*, a_2^*, \dots, a_r^*$, що базується на рівності (2) та системи рівнянь (3) називається методом найменших квадратів.

Суть екстраполяційного прогнозу полягає у тому, що після знаходження оптимальних значень $a_1^*, a_2^*, \dots, a_r^*$ параметрів a_1, a_2, \dots, a_r функція (1) використовується для знаходження значення показнику v_t у момент часу $t = n + \tau$, тобто

$$\tilde{v}_{n+\tau} = f(a_1^*, a_2^*, \dots, a_r^*, v_{n+\tau-1}, v_{n+\tau-2}, \dots, v_{n+\tau-k}, n + \tau). \quad (4)$$

Тип прогнозуючої моделі визначається видом функції f . Очевидно, що точність прогнозу залежить від типу моделі, кількості параметрів a_i , глибини передісторії k та від глибину прогнозу τ .

Для синтезу нейромережевої схеми прогнозування необхідно мати метод (методи) синтезу нейронних елементів, які реалізують моделі прогнозування на базі яких будується нейросхема. Нижче розглянемо синтез нейронних елементів в основі яких є метод найменших квадратів.

Для прогнозування показнику v_i методом авторегресії із глибиною прогнозу τ та передісторією k використовується наступна модель:

$$\tilde{v}_{n+\tau} = a_{1,\tau} v_n + a_{2,\tau} v_{n-1} + \dots + a_{k,\tau} v_{n-k+1}, \quad (5)$$

де $\tau \in \{1, 2, \dots, \rho\}, k \in \{1, 2, \dots, q\}$. У цій моделі припускаємо, що значення показнику v_t у момент часу t залежить від значення цього ж показника у момент часу $t - \tau, t - \tau - 1, \dots$. Кількість параметрів $a_{i,\tau}$ моделі (5) співпадає зі значенням k . Величина k визначає кількість входів лінійного нейрона [5] і в процесі навчання нейрона k визначається так, щоб оптимізувати модель (5) за якістю прогнозу при фіксованому τ .

Для знаходження оптимальних значень параметрів $a_{i,\tau}$ моделі (5) побудуємо функціонал

$$L(a_{1,\tau}, \dots, a_{k,\tau}) = \sum_{t=k+\tau}^n (v_t - a_{1,\tau} v_{t-\tau} - \dots - a_{k,\tau} v_{t-\tau-k+1})^2 \quad (6)$$

і розв'язуємо систему рівнянь:

$$\frac{\partial L}{\partial a_{i,\tau}} = 0, i = 1, 2, \dots, k. \quad (7)$$

Після того, як визначили параметри $a_{1,\tau}^*, \dots, a_{k,\tau}^*$, фактично синтезували нейронний елемент із ваговим вектором $(w_1^{(\tau)} = a_{1,\tau}^*, \dots, w_k^{(\tau)} = a_{k,\tau}^*)$ і лінійною функцією активації $\tilde{v}_{n+\tau} = w_1^{(\tau)} v_n + \dots + w_k^{(\tau)} v_{n-k+1}$ (8)

Схематично цей нейронний елемент може бути зображено так:

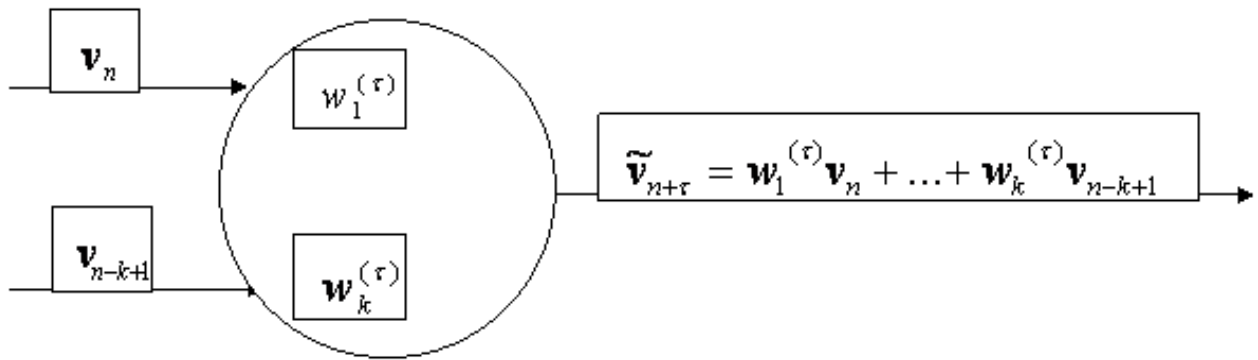


Рис. 1 Нейрон оптимальної авторегресійної моделі

Аналогічно, методом найменших квадратів, можна синтезувати нейронні елементи, які реалізують оптимальні поліноміальні, експоненційні та інші прогнозуючі моделі.

2 СИНТЕЗ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ СХЕМИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ

Після розроблення методів синтезу нейронних елементів, які реалізують оптимальні прогнозуючі моделі у межах відповідних класів моделей, для прогнозування часового ряду v_i ($i = 1, 2, \dots, N$), тобто для знаходження прогнозованого значення $\tilde{v}_{n+\tau}$ часового ряду у момент часу $t = n + \tau$, де τ – крок прогнозу ($\tau = 1, 2, \dots$), побудуємо наступну нейромережеву схему:

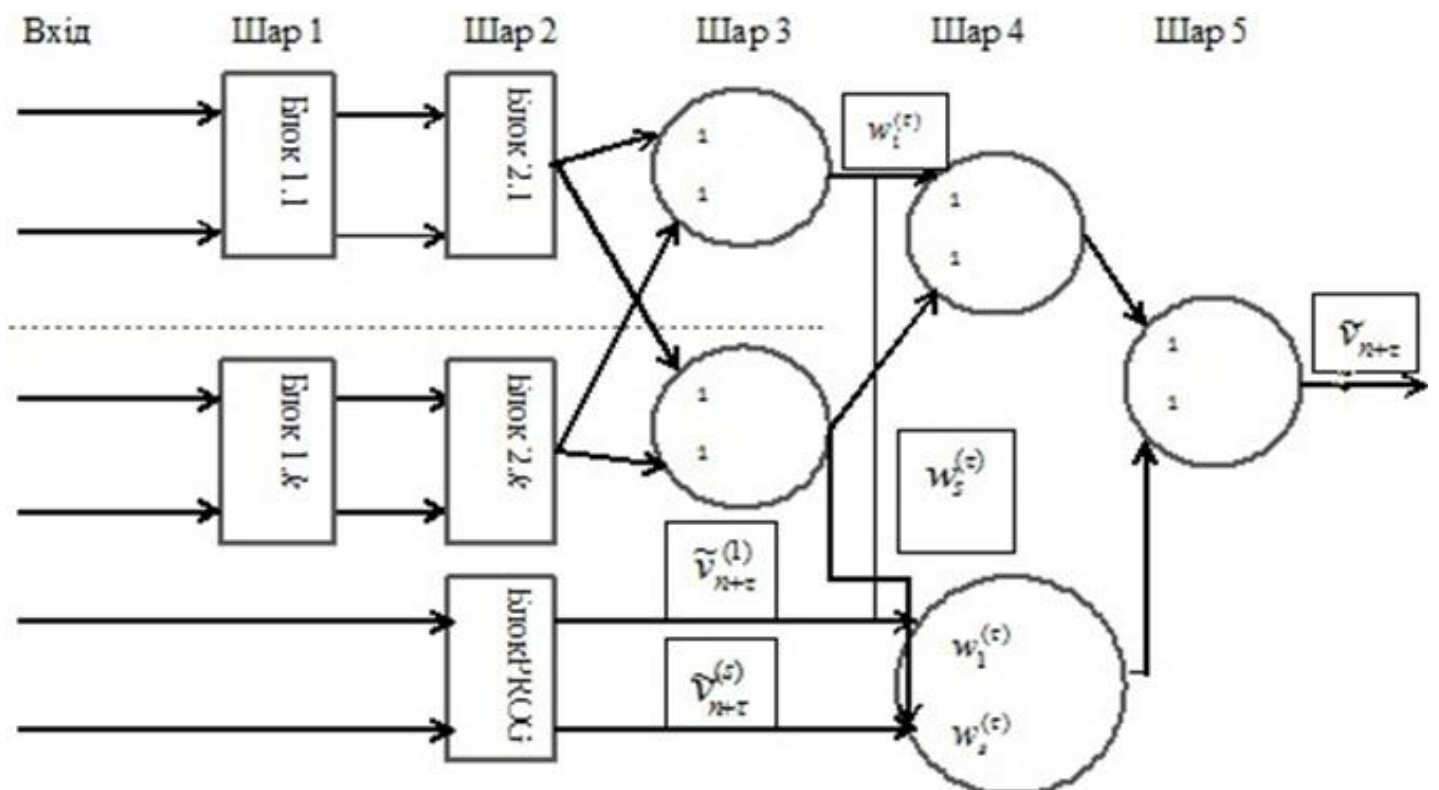


Рис. 2 Схема прогнозування часового ряду

Всі блоки 1-го шару містять однакову кількість s нейронів, де кожний нейрон реалізує одну із моделей прогнозування (модель авторегресії, поліноміальну, експоненційну, лінійну, лінійну модель Брауна і т. д.) і нейрони, які реалізують однотипні моделі у різних блоках цього шару мають однакові порядкові номери.

Кожний Блок 2. m ($m = 1, 2, \dots, k$) 2-го шару містить рівно стільки нейронів скільки є нейронів у Блоці 1. m . У Блоці 2. m кожний нейрон має два входи і ваговий вектор $(1, 1)$, де на перший вхід подається значення v_{n-k+m} , а на другий прогнозоване значення $\tilde{v}_{n-k+m, i}^{(\tau)}$, що є вихідним сигналом i -го нейрона у Блоці 1. m . Функція активації i -го нейрона у Блоці 2. m задається так: $\exp(- (v_{n-k+m} - \tilde{v}_{n-k+m, i}^{(\tau)})^2)$. Нейрон з порядковим номером i Блоку 2. m пов'язано з i -м нейроном Шару 3 наступним чином: від i -го нейрона Блоку 2. m на m -й вхід i -го нейрона 3-го шару подається сигнал $f_{m, i}^{(\tau)}$, де

$$f_{m, i}^{(\tau)} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i = \arg \max(\exp(- (v_{n-k+m} - \tilde{v}_{n-k+m, i}^{(\tau)})^2)), \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases} \quad (9)$$

Нейрони 3-го шару є лінійними [5] і всі вагові коефіцієнти кожного нейрона дорівнюють 1. На виході i -го нейрона Шару 3 при фіксованому τ отримуємо число $w_i^{(\tau)}$. Третій шар, крім лінійних нейронів ще містить один БлокPROG, що містить рівно стільки нейронів скільки є нейронів в одному блоці 1-го шару. Нейрони цього блоку реалізують відповідні прогнозуючі моделі з глибиною τ і їх порядкові номери співпадають з порядковими номерами нейронів, які знаходяться у блоках Шару 1.

Четвертий шар містить два лінійних нейронів. Перший нейрон має s входів, кожний його ваговий коефіцієнт дорівнює 1 і на виході визначає суму: $w_1^{(x)} + w_2^{(x)} + \dots + w_s^{(x)}$.

Другий нейрон цього шару має вагові коефіцієнти $w_1^{(x)}, w_2^{(x)}, \dots, w_s^{(x)}$. Якщо через $\tilde{v}_{n+\tau}^{(i)}$ позначити результат прогнозу i -ої моделі БлокуPROG, то на виході другого нейрона Шару 4 матиме: $w_1^{(x)} \tilde{v}_{n+\tau}^{(1)} + \dots + w_s^{(x)} \tilde{v}_{n+\tau}^{(s)}$.

П'ятий шар містить один нейрон, що має два входи, ваговий вектор $(1, 1)$ і функцію активації

$$\tilde{v}_{n+\tau} = \frac{w_1^{(x)} \tilde{v}_{n+\tau}^{(1)} + \dots + w_s^{(x)} \tilde{v}_{n+\tau}^{(s)}}{w_1^{(x)} + w_2^{(x)} + \dots + w_s^{(x)}}. \quad (10)$$

Блоки 2. m ($m = 1, 2, \dots, k$) визначають прогнозуючі моделі, які є найкращими на m -ому етапі прогнозування і на виході схеми маємо опуклу лінійну комбінацію найкращих прогнозуючих моделей.

Розроблена схема допускає узагальнення і на той випадок, коли у прогнозуванні враховуються оцінки експертів. Для цього достатньо кожному експерту у блоках 1-го Шару та у БлоціPROG відвести один лінійний нейрон з одним входом, ваговим коефіцієнтом 1, на який подається відповідна оцінка експерта.

ВИСНОВКИ

1. На базі методу найменших квадратів розроблено різні методи синтезу нейронних елементів, які реалізують оптимальні моделі прогнозування часових рядів у відповідних класах моделей.

2. Використовуючи вищенаведені нейронні елементи побудована п'ятишарова нейромережа, яка за рахунок конкурування прогнозуючих моделей виявляє моделі "переможниць" і на виході мережі отримуємо опуклу лінійну комбінацію результатів прогнозу найкращих моделей.

3. Побудована нейромережева схема є динамічною, що дозволяє у будь-який момент часу додати нові моделі прогнозування техніко-економічних показників підприємства і дає можливість урахувати оцінки показників експертів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Череп А. В. Ефективність використання основних фондів підприємства / А. В. Череп, А. А. Клименко [Електронний ресурс.] – Режим доступу: www.nbuuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Dtr_ep/2009_6/files/ekon06_09_43_Cherep_Climenko.pdf
2. Круш П. В. Капітал на основні засоби підприємства: навч. посіб. для вузів / П. В. Круш, В. І. Подвігіна, О. В. Клименко. – К.: Центр. навч. літ., 2008. – 166 с.
3. Федорова В. А. Економіка підприємства та міжнародних компаній: навч. посіб. для вузів / В. А. Федорова, О. А. Соловійова. – К.: Центр. навч. літ., 2008. – 416 с.
4. Слава-Продан С.С. Оцінювання ефективності використання основних засобів промислових та автотранспортних підприємств / С.С.Слава-Продан, С.Ф.Гече // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія “Економіка”. – Ужгород, 2011. – Вип. 33. – ч.4. – С. 119-123.
5. Медведев В. С. Нейронные сети MATLAB 6 / В. С. Медведев, В. Г. Потёмкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 489 с.

Одержано 13.09.2012р.

Гече Сандра Федорівна, аспірант кафедри економіки, менеджменту і маркетингу Ужгородського національного університету
тел. (050)515-25-86, e-mail: bonatia666@mail.ru