

IV. Економіко-математичні методи та моделі

УДК 338.46

Дмитришин М. В.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ФІНАНСОВОГО МЕХАНІЗМУ ВНЗ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація

У статті розроблено нейронечітку модель оцінювання ефективності функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ, яка є необхідним інструментарієм формування інформаційної бази моніторингу ефективності функціонування ВНЗ на конкурентному ринку освітніх послуг.

Annotation

In the article the neural-fuzzy model for estimation of organizational-financial mechanism efficiency of HEE, which is the necessary instrument of forming informative base of monitoring efficiency of VNZ functioning at the competition market of educational services, is worked out.

Постановка проблеми. Застосування системного підходу до формування організаційно-фінансового механізму ВНЗ передбачає вирішення задач оцінювання стану та ідентифікації параметрів функціонування такого механізму як цілісної ймовірнісної динамічної системи, економіко-математичне моделювання та прогнозування різних стратегій розвитку ВНЗ.

Побудова і практична реалізація економіко-математичних моделей функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ дозволить оперативно діагностувати наявний стан навчального закладу та своєчасно задіяти механізми, здатні протидіяти впливу дестабілізуючих чинників, запобігти розвитку деструктивних процесів, досягати поставлених цілей в умовах допустимого рівня ризику.

Моделювання процесу функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ з позицій динаміки вимагає використання інструментарію нелінійної динаміки, що обумовлено, насамперед, нелінійною структурою як фінансово-економічної системи ВНЗ, так і середовища, в якому функціонує цей ВНЗ.

Таким чином, видається доцільним застосування для аналізу організаційно-фінансового механізму ВНЗ нейронечітких технологій [1-3], які позбавлені багатьох недоліків, притаманних класичним підходам і методам моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню актуальних проблем формування та функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ у сучасній вітчизняній та зарубіжній літературі присвячена значна кількість робіт за авторством Г. Беккера, М. Благау, Т. Боголіб, С. Буковинського, А. Вагнера, В. Гейця, В. Глуценка, П. Друкера, К. Ерроу, В. Єрошина, Дж. Кейнса, В. Кудряшова, В. Куценка, І. Лук'яненко, Т. Оболенської, П. Самуельсона,

П. Саблука, С. Струмиліна, В. Федосова, І. Чугунова, Д. Чупрунова, С. Юрія та інших. Однак в економічній літературі практично відсутні роботи, в яких досліджувалась би проблема формування організаційно-фінансового механізму ВНЗ як інтегрованої динамічної системи, орієнтованої на певні критерії та детермінанти. Одним із можливих підходів такого формату могла би стати спроба побудови інноваційної моделі, яка дозволяла би забезпечити ефективний розподіл та використання наявних фінансових ресурсів, а також високу якість освітніх послуг.

Мета і завдання статті. Метою статті є розроблення інструментарію оцінювання ефективності функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ з метою досягнення конкурентних переваг на ринку освітніх послуг. У відповідності до поставленої мети завданням статті є побудова нейронечіткої моделі оцінювання ефективності функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ.

Виклад основного матеріалу. В основі нейронечітких технологій лежить поєднання можливостей нейронних мереж з елементами теорії нечітких множин і нечіткої логіки.

Застосування штучних нейронних мереж дозволяє уникнути багатьох проблем у моделюванні процесу функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ (пов'язаних, наприклад, із суб'єктивністю нечітких правил, висновків, вигляду та параметрів функції належності), оскільки відкриває нові підходи до ідентифікації нелінійних систем за допомогою процесів навчання. Організаційно-фінансовий механізм ВНЗ допустимо розглядати як прообраз такої мережі, що складається із значної кількості взаємопов'язаних ідентичних простих блоків (нейронів), які створюються багат шаровою конфігурацією.

Поєднання елементів нечіткої логіки з можливостями нейронних мереж дозволяє створювати нейронечіткі мережі, що за структурою аналогічні багат шаровим нейронним мережам з навчанням, приховані шари яких відповідають етапам функціонування нечіткої системи [1]:

- введення нечіткості (fuzzification) за допомогою функцій належності;
- відображення множини нечітких правил;
- приведення до чіткості (defuzzification).

Настроювання функцій належності, нечітких правил, коригування ваг функціональних зв'язків відповідає схемам нейронних мереж.

Переваги нейронечітких мереж перед звичайними нейронними мережами полягають, насамперед, у можливості використання інформації у формі нечітких правил, а також здатності реалізувати будь-яку функцію трансформації, що важливо для оцінювання ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ.

Розробимо багаторівневу систему аналізу ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ, що дозволить підвищити ефективність логічного

висновку.

Визначимо функціональну залежність ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ E від виділених нами в роботі [4] чотирьох груп показників:

$$E = f(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}),$$

де $x_I = f_I(x_I^1, x_I^2, \dots, x_I^{12})$, $(x_I^1, x_I^2, \dots, x_I^{12})$ – показники групи економічності (внутрішня ознака): x_I^1 – коефіцієнт загальних капітальних витрат; x_I^2 – коефіцієнт витрат загального фонду; x_I^3 – коефіцієнт витрат спеціального фонду; x_I^4 – питома вага будівель і споруд; x_I^5 – питома вага машин і обладнання; x_I^6 – питома вага транспортних засобів; x_I^7 – питома вага виробничого інструменту; x_I^8 – питома вага бібліотечного фонду; x_I^9 – питома вага інших необоротних активів; x_I^{10} – коефіцієнт профільного використання площ; x_I^{11} – коефіцієнт оснащеності комп'ютерних місць доступом до мережі Інтернет; x_I^{12} – коефіцієнт оновлення основних засобів; $x_{II} = f_{II}(x_{II}^1, x_{II}^2, \dots, x_{II}^{11})$, $(x_{II}^1, x_{II}^2, \dots, x_{II}^{11})$ – показники групи продуктивності (внутрішня ознака): x_{II}^1 – коефіцієнт структури коштів; x_{II}^2 – коефіцієнт оборотності основних засобів; x_{II}^3 – оборотність дебіторської заборгованості; x_{II}^4 – оборотність кредиторської заборгованості; x_{II}^5 – коефіцієнт автономії; x_{II}^6 – коефіцієнт покриття; x_{II}^7 – частка оборотних коштів у активах; x_{II}^8 – коефіцієнт відновлення активів за рахунок власних надходжень; x_{II}^9 – коефіцієнт рентабельності активів; x_{II}^{10} – коефіцієнт рентабельності капітальних витрат; x_{II}^{11} – коефіцієнт рентабельності поточних витрат; $x_{III} = f_{III}(x_{III}^1, x_{III}^2, \dots, x_{III}^8)$, $(x_{III}^1, x_{III}^2, \dots, x_{III}^8)$ – показники групи результативності (внутрішня ознака): x_{III}^1 – питома вага доцентів, кандидатів наук у професорсько-викладацькому складі ВНЗ, на 100 студентів; x_{III}^2 – питома вага випускників з червоним дипломом у загальній кількості, на 100 студентів; x_{III}^3 – кількість осіб, що їм присуджений ступінь бакалавра / витрати на відповідний цикл навчання; x_{III}^4 – питома вага випущених фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»; x_{III}^5 – питома вага магістрів у загальній кількості бакалаврів і спеціалістів; x_{III}^6 – питома вага випускників, які отримали направлення на роботу у загальній кількості випускників; x_{III}^7 – питома

вага держбюджетних науково-дослідних робіт у загальній кількості фундаментальних досліджень; x_{III}^8 – питома вага опублікованих монографій та виданих підручників з грифом у загальній кількості наукових публікацій (робіт); $x_{IV} = f_{IV}(x_{IV}^1, x_{IV}^2, \dots, x_{IV}^6)$, $(x_{IV}^1, x_{IV}^2, \dots, x_{IV}^6)$ – показники групи економічності, продуктивності та результативності (зовнішня ознака): x_{IV}^1 – небюджетне фінансування науки, млн грн; x_{IV}^2 – питома вага витрат зведеного бюджету на вищу освіту до загальних витрат зведеного бюджету, %; x_{IV}^3 – питома вага витрат зведеного бюджету на фінансування науки до загальних витрат зведеного бюджету, %; x_{IV}^4 – рівень освіченості населення; x_{IV}^5 – індекс задоволеності споживчих очікувань; x_{IV}^6 – ступінь привабливості вищої освіти.

Для оцінювання параметрів $x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}$ і результуючої величини E як лінгвістичних змінних сформуємо множини лінгвістичних термів $T_i = \{t_i^1, t_i^2, \dots, t_i^5\}$ і $T = \{t_1, t_2, \dots, t_5\}$, що відповідають їх рівням.

Для оцінювання локальних показників x_i^α , $i = I, II, III, IV$, $\alpha = 1, \dots, q_i$ також сформуємо терм-множину $T_i^\alpha = \{t_i^{\alpha 1}, t_i^{\alpha 2}, \dots, t_i^{\alpha 5}\}$.

Побудуємо нечітку базу знань моделі, що є сукупністю нечітких експертно-лінгвістичних правил «якщо-то», які пов'язують між собою лінгвістичні оцінки окремих груп показників ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ.

Нехай значенню t_j результуючої величини E відповідає k_j експериментальних даних. Базу знань моделі можна представити у вигляді матриці, елементами якої є лінгвістичні оцінки t_i^{js} показників ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ, ваги правил ω_{js} , $j = 1, \dots, 5$, $s = 1, \dots, k_j$ і значення t_j , $j = 1, \dots, 5$. При цьому k_j рядків матриці відповідають значенню $E = t_j$. Ваги правил виражають впевненість експерта в їх істинності та визначаються числом з інтервалу $[0,1]$.

Елемент t_i^{js} , що знаходиться на перетині i -го стовпчика та js -го рядка, відповідає лінгвістичній оцінці групи показників x_i , $i = I, II, III, IV$ і вибирається з множини T_i .

Система логічних висловлювань бази знань має вигляд:

якщо $x_I = t_I^{11}$ та $x_{II} = t_{II}^{11}$ та $x_{III} = t_{III}^{11}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{11}$ з вагою ω_{11} або $x_I = t_I^{12}$ та

$x_{II} = t_{II}^{12}$ та $x_{III} = t_{III}^{12}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{12}$ з вагою ω_{12} і т. д. або $x_I = t_I^{1k_1}$ та $x_{II} = t_{II}^{1k_1}$ та $x_{III} = t_{III}^{1k_1}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{1k_1}$ з вагою ω_{1k_1} , то $E = t_1$,

інакше якщо $x_I = t_I^{21}$ та $x_{II} = t_{II}^{21}$ та $x_{III} = t_{III}^{21}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{21}$ з вагою ω_{21} або $x_I = t_I^{22}$ та $x_{II} = t_{II}^{22}$ та $x_{III} = t_{III}^{22}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{22}$ з вагою ω_{22} і т. д. або $x_I = t_I^{2k_2}$ та $x_{II} = t_{II}^{2k_2}$ та $x_{III} = t_{III}^{2k_2}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{2k_2}$ з вагою ω_{2k_2} , то $E = t_2$, і т. д.,

інакше якщо $x_I = t_I^{51}$ та $x_{II} = t_{II}^{51}$ та $x_{III} = t_{III}^{51}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{51}$ з вагою ω_{51} або $x_I = t_I^{52}$ та $x_{II} = t_{II}^{52}$ та $x_{III} = t_{III}^{52}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{52}$ з вагою ω_{52} і т. д. або $x_I = t_I^{5k_5}$ та $x_{II} = t_{II}^{5k_5}$ та $x_{III} = t_{III}^{5k_5}$ та $x_{IV} = t_{IV}^{5k_5}$ з вагою ω_{5k_5} , то $E = t_5$.

Нечіткі терми $t_i^{js}, s = 1, \dots, k_j$ представимо відповідною нечіткою підмножиною на множині значень $x_i, i = I, II, III, IV$ і задамо функції належності:

$\mu_{t_j}(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV})$ – функція належності набору груп показників $(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV})$ значенню результуючої величини $E = t_j$;

$$\mu_{j_s}(x_i) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i - d_i^{j_s}}{g_i^{j_s}} \right)^2} - \text{функція належності групи показників } x_i$$

лінгвістичному терму $t_i^{j_s}$;

$d_i^{j_s}, g_i^{j_s}$ – параметри функцій належності.

Функція належності показників x_i^α лінгвістичному терму $t_i^{\alpha j_s}$, $s = 1, \dots, k_j, \alpha = 1, \dots, q_i$ має вигляд:

$$\mu_{\alpha j_s}(x_i^\alpha) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i^\alpha - d_i^{\alpha j_s}}{g_i^{\alpha j_s}} \right)^2}.$$

Нечітка база знань визначає систему співвідношень:

$$\mu_{t_1}(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}) = \max \left\{ \omega_{11} \min \{ \mu_{11}(x_I), \mu_{11}(x_{II}), \mu_{11}(x_{III}), \mu_{11}(x_{IV}) \}, \right. \\ \left. \omega_{12} \min \{ \mu_{12}(x_I) \wedge \mu_{12}(x_{II}) \wedge \mu_{12}(x_{III}) \wedge \mu_{12}(x_{IV}) \}, \dots, \right. \\ \left. \omega_{1k_1} \min \{ \mu_{1k_1}(x_I) \wedge \mu_{1k_1}(x_{II}) \wedge \mu_{1k_1}(x_{III}) \wedge \mu_{1k_1}(x_{IV}) \} \right\},$$

$$\begin{aligned} \mu_{t_2}(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}) = & \max\{\omega_{21} \min\{\mu_{21}(x_I) \wedge \mu_{21}(x_{II}) \wedge \mu_{21}(x_{III}) \wedge \mu_{21}(x_{IV})\}, \\ & \omega_{22} \min\{\mu_{22}(x_I) \wedge \mu_{22}(x_{II}) \wedge \mu_{22}(x_{III}) \wedge \mu_{22}(x_{IV})\}, \dots, \\ & \omega_{2k_2} \min\{\mu_{2k_2}(x_I) \wedge \mu_{2k_2}(x_{II}) \wedge \mu_{2k_2}(x_{III}) \wedge \mu_{2k_2}(x_{IV})\}\}, \end{aligned}$$

і т. д.

$$\begin{aligned} \mu_{t_5}(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}) = & \max\{\omega_{51} \min\{\mu_{51}(x_I) \wedge \mu_{51}(x_{II}) \wedge \mu_{51}(x_{III}) \wedge \mu_{51}(x_{IV})\}, \\ & \omega_{52} \min\{\mu_{52}(x_I) \wedge \mu_{52}(x_{II}) \wedge \mu_{52}(x_{III}) \wedge \mu_{52}(x_{IV})\}, \dots, \\ & \omega_{5k_5} \min\{\mu_{5k_5}(x_I) \wedge \mu_{5k_5}(x_{II}) \wedge \mu_{5k_5}(x_{III}) \wedge \mu_{5k_5}(x_{IV})\}\}, \end{aligned}$$

де функції належності $\mu_{j_s}(x_i)$ визначаються співвідношенням

$$\begin{aligned} \mu_{j_s}(x_i) = \mu_{j_s}(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^{q_i}) = & \max\{\omega_{ij1} \min\{\mu_{1j1}(x_i^1) \wedge \mu_{2j1}(x_i^2) \wedge \dots \wedge \mu_{q_i j1}(x_i^{q_i})\}, \\ & \omega_{ij2} \min\{\mu_{1j2}(x_i^1) \wedge \mu_{2j2}(x_i^2) \wedge \dots \wedge \mu_{q_i j2}(x_i^{q_i})\}, \dots, \\ & \omega_{ijk_1} \min\{\mu_{1jk_1}(x_i^1) \wedge \mu_{2jk_1}(x_i^2) \wedge \dots \wedge \mu_{q_i jk_1}(x_i^{q_i})\}\}. \end{aligned}$$

Кожному нечіткому значенню із множини значень груп показників і результуючої величини поставимо у відповідність число з інтервалу $[0;1]$.

Числове значення результуючої величини E отримуємо за формулою:

$$E = \sum_{j=1}^5 h_j^* \mu_{t_j}(E) / \sum_{j=1}^5 \mu_{t_j}(E),$$

де $h_j^* \in [h_{j-1}^*; h_j^*] \subset [0,1]$, $\mu_{t_j}(E) = \max_s \{\omega_{j_s} \min_i \{\mu_{j_s}(x_i)\}\}$ – функція належності величини E до класу t_j , $j = 1, \dots, 5$, $s = 1, \dots, k_j$.

Оптимізація моделі ідентифікації організаційно-фінансового механізму ВНЗ полягає у пошуку невідомих параметрів функцій належності всіх термів для кожної змінної, що мінімізують прийнятий критерій якості.

Для оптимізації нейронечітких мереж використовують алгоритм зворотного поширення помилки [1], згідно з яким оптимум моделі знаходять шляхом пошуку максимуму зростання градієнта за всіма змінними, алгоритм пошук оптимуму моделі через автоматичне регулювання величини кроку та моменту зв'язку [5], а також генетичні алгоритми, що можуть застосовуватись до різноманітних структур нейронечітких мереж [6]. Суть навчання полягає у встановленні таких вагових коефіцієнтів і параметрів функцій належності, які мінімізують розходження між результатами роботи мережі та реальними даними.

Серед стратегій навчання можна виділити «навчання з учителем», коли крім вхідних сигналів відомі також очікувані вихідні сигнали нейрона, тобто підбір вагових коефіцієнтів організовується таким чином, щоб фактичні вихідні сигнали

нейрона приймали значення, достатньо близькі до очікуваних значень. Визначальним елементом цього підходу до навчання є визначення очікуваних значень вихідного сигналу нейрона. «Навчання без учителя» передбачає підбір вагових коефіцієнтів або на основі конкуренції нейронів між собою, або з врахуванням кореляції навчаючих та вихідних сигналів, при цьому на етапі адаптації нейрона неможливо прогнозувати його вихідні сигнали [7].

Підвищення ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ є важливою передумовою його стабільного функціонування на ринку освітніх послуг. Впровадження новітніх технологій та передових розробок надає можливість підвищити рівень конкурентоспроможності ВНЗ, який, у свою чергу, дозволяє обґрунтовано вибирати стратегічні напрями діяльності та шляхи досягнення конкурентних переваг. Характерною особливістю запропонованого підходу до аналізу та оцінювання ефективності організаційно-фінансового механізму ВНЗ є можливість швидкої адаптації до змін кон'юнктури ринку освітніх послуг шляхом настроювання моделі у відповідності з конкретними характеристиками показників діяльності ВНЗ.

В розробленій моделі весь набір чинників, що визначають ефективність організаційно-фінансового механізму ВНЗ, розподілений між узагальненими групами показників, а тому така модель дозволяє цілеспрямовано здійснювати детальний аналіз внеску кожного із показників у загальну ефективність організаційно-фінансового механізму ВНЗ.

Висновки. Таким чином, розроблено нейронечітку модель оцінювання ефективності функціонування організаційно-фінансового механізму ВНЗ, елементами якої є база нечітких знань щодо результатів діяльності ВНЗ, механізм нечіткого логічного висновку та система настроювання моделі у відповідності до сформованої бази знань.

Література

1. Зайченко Ю. П. Основи проектування інтелектуальних систем / Зайченко Ю. П. – К. : Слово, 2004. – 352 с.
2. Бондарев В. Н. Искусственный интеллект / В. Н. Бондарев, Ф. Г. Аде. – Севастополь : СевНТУ, 2002. – 615 с.
3. Глибовець М. М. Штучний інтелект / М. М. Глибовець, О. В. Отецький. – К. : КМ Академія, 2002. – 366 с.
4. Дмитришин М. В. Формування сукупності показників ефективності організаційно-фінансового механізму вищих навчальних закладів / Дмитришин М. В. // Вісник Львівської державної фінансової академії. – 2011. – № 20. – С. 292–299.
5. Minai A. A. Acceleration of Back-Propagation through Learning Rate and Momentum

Adaptation / A. A. Minai, R. D. Williams // International Joint Conference on Neural Networks. – 1990. – Vol. I. – P. 676–680.

6. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / Ротштейн А. П. – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Осовский С. ; [пер. с пол.]. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 344 с.

УДК 330.43+336.764.2

Іващук Н. Л., Лопушанський О. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ЧУТЛИВОСТІ ЗВОРОТНИХ ОПЦІОНІВ КУПІВЛІ З МЕТОЮ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ХЕДЖУВАННЯ

Анотація

У статті досліджуються основні коефіцієнти чутливості опціонів, які відображають зміни ціни опціону внаслідок змін параметрів базового інструменту та інших ринкових параметрів. Здійснюючи подібні дослідження, інвестор строкового ринку зможе вибрати відповідний до стратегії інвестування опціон.

Annotation

In article the basic factors of option sensitivity are investigated. These factors show as the price of an option owing to changes of underlying asset parameters and other market parameters. Such researches give the chance to the investor of the derivative market to choose an option corresponding to investment strategy.

Постановка проблеми. Головною проблемою операцій з опціонами є правильне встановлення їх ціни, яка безпосередньо пов'язана з такими параметрами, як термін дії опціону, ціна «спот» базового інструменту, дохідність опціону, відсоткова ставка без ризику та ін. На більшість параметрів покупець опціону не має впливу, однак він може вибрати термін дії опціону або більш вдалий момент для придбання останнього. Щоб зробити правильний вибір, інвестор повинен вміти самостійно розрахувати опціонну премію, а також володіти способами аналізу ціни опціону з точки зору його параметрів. Зокрема, визначивши коефіцієнти чутливості, можна приймати правильні рішення відповідно до інвестиційної стратегії та ринкових умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зворотні опціони були предметом досліджень багатьох учених. Найбільш відомі роботи у цій сфері належать таким науковцям, як F. Aitsalia, T. L. Lai [1], J. Andreasen [2], S. Choi [3], A. Conze, R. Viswanathan [4], S. G. Kou [5], Yu. Yamamoto [6], C. Xu, Y. K. Kwok [7]. Однак згадані автори сконцентрували свою увагу на оцінюванні зазначених деривативів. Своєю чергою, коефіцієнти чутливості для стандартних опціонів досліджували J. C. Hull [8, с. 307-329], I. Pruchnicka-Grabias [9, с. 368-387]. Наукові пошуки