

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-36-24>

УДК 330.4

МАТЕМАТИЧНА ТА СТРУКТУРНА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМ КАПІТАЛОМ

MATHEMATICAL AND STRUCTURAL MODELS FOR ASSESSING THE LEVEL OF HUMAN CAPITAL MANAGEMENT

Азарова Анжеліка Олексіївна

кандидат технічних наук, професор,
Вінницький національний технічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3340-5701>

Пугач Володимир Сергійович

студент,
Вінницький національний технічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8277-2025>

Скомаровський Владислав Володимирович

студент,
Вінницький національний технічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3724-6664>

Azarova Anzhelika, Puhach Volodymyr, Skomarovsky Vladyslav
Vinnytsia National Technical University

У статті розроблено математичну та структурну моделі щодо оцінювання рівня управління людським капіталом (ЛК). Моделі носять об'єктивний характер і в той же час враховують суб'єктивні оцінки експертів, тобто результати можуть легко змінюватися на основі зміни експертних оцінок, що враховують зміни у роботі підприємства, цілі, місії організації або її конкретних задач на теперішній момент. Моделі мають комплексний характер, оскільки, використовуючи обґрунтовану множину показників впливу, вони генерують комплексну оцінку, в формуванні якої, разом з економічними показниками, враховується і людський чинник, а саме мотивованість та задоволеність персоналу. У статті було поставлено такі задачі: проаналізувати теоретико-методологічні засади економіко-математичного моделювання управління людським капіталом, розробити математичну модель оцінювання рівня управління людським капіталом підприємства. Теоретико-методологічною основою статті є базові положення економічної теорії, апарат штучного інтелекту, зокрема нейромережевий та системний підходи тощо.

Ключові слова: математична модель, структурна модель, нейронна мережа Хеммінга, управління людським капіталом, підприємство, персонал підприємства.

The article develops mathematical and structural models for assessing the level of human capital management (HCM). The models are objective and at the same time take into account the subjective assessments of experts, i.e. the results can be easily changed based on changes in expert assessments that take into account changes in the company, goals, mission or specific tasks at the moment. Models are complex in nature, because, using a reasonable set of impact indicators, they generate a comprehensive assessment, the formation of which, along with economic indicators, takes into account the human factor, namely the motivation and satisfaction of staff. The current state of science is associated with the expansion of the use of models to take into account various economic factors, such as linking business performance indicators with market conditions, the development of science and technology, taxation, investment and more. Scientists distinguish the following main categories of economic and mathematical models: models of production processes, models of resource management, models of selection of the best investment projects, models of the dynamics of production assets, models of financial activities of enterprises. These classes of models differ in economic and mathematical tools used for construction and calculations. However, due to significant differences in the basic ideas of these processes, it is difficult to apply existing models to the tasks of assessing the human capital management of the enterprise, given the specific circumstances of each company. This leads to the need to use fundamentally different mathematical tools to solve the problems considered in this

study. The following tasks were set in the article: to analyze the theoretical and methodological principles of economic and mathematical modeling of human capital management, to develop a mathematical model for assessing the level of human capital management of the enterprise. The theoretical and methodological basis of the article are the basic provisions of economic theory, the apparatus of artificial intelligence, in particular neural network and system approaches, and so on. The findings can be used by specialists in knowledge management, organizational behavior and personnel needed to develop models for human capital management.

Keywords: mathematical model, structural model, Hamming neural network, human capital management, enterprise, enterprise personnel.

Постановка проблеми. Сучасне зовнішнє середовище, в якому працює бізнес, є мінливим, непередбачуваним, інформаційним та висококонкурентним. У цьому контексті керівники підприємств повинні мати повний набір інструментів і методів для забезпечення ефективної стратегії прогнозування та оцінювання управління людського капіталу в організації для досягнення належного соціально-економічного розвитку бізнесу.

Методи оцінювання управління людським капіталом вимагають однозначного розуміння основних елементів та розроблення уніфікованого підходу. Тому для вирішення цього завдання рекомендується використовувати математичні моделі, які забезпечують адекватне дослідження проблем аналізу і управління [1].

Таку економічну задачу можна викласти формалізованою мовою, що запобігає двозначності міркувань, значною мірою прояснює природу проблеми та чітко розкриває теоретичні положення. Тому моделювання є важливим інструментом наукової абстракції, який допомагає ідентифікувати, антропоморфізувати та проаналізувати основні характеристики об'єктів (атрибути, зв'язки, структурні та функціональні параметри) і на цій основі прогнозувати майбутню поведінку та робити оцінювання при зміні будь-яких параметрів.

Для вирішення даної задачі авторами було складено багаторівневу ієрархічну структурну та відповідну їй математичну моделі [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку економіки діяльність з управління людським капіталом в Україні, незважаючи на деяке поживлення в останні роки, не може вважатися задовільною. Однією з причин такого явища є складність методології при оцінюванні рівня управління ним. Це спричиняє неточність під час прийняття управлінських рішень, що, в свою чергу, може позбавити підприємство очікуваного прибутку.

Отже, проблема управління людським капіталом сьогодні є однією з найактуальніших.

Матвійчук А. В. [3] запропонував метод побудови систем нечіткої логіки для оцінки

певного результуючого показника на основі багатьох факторів впливу. Навіть за відсутності статистичних матеріалів така система здатна до високоточних обчислень на основі експертних правил прийняття рішень і заданих параметрів функції належності.

Питання трансформації відтворення людського капіталу детально розглянуто в роботі [4]. Зроблено значні досягнення в розвитку теорії і практики управління персоналом.

Джавад Аббас пропонує [5] оцінювати рівень управління людським капіталом шляхом визначення правильної поведінки співробітників. Оцінка за цим методом вивчає поведінку співробітника за різними параметрами, що зручно. Однак цей метод має багато недоліків, серед яких є: необхідність класифікації результатів спостереження, ризик усереднення.

Гущин М. В., Кіреєв О. А., Катаєв А. С. [6] пропонують вирішувати проблему оцінювання ефективності діяльності співробітників за рахунок застосування автоматизованих систем, що являють собою чітко структуровані моделі функціональних блоків, автономних для роботи та інтегрованих у загальну архітектуру програмного забезпечення управлінської діяльності керівників структурних підрозділів. За рахунок модульної структури подібна автоматизована система може бути пристосована до різних умов професійної діяльності. Однак, така модель потребує стороннього програмного забезпечення і використання сторонніх компонентів задля її реалізації, що, на нашу думку, є непрактичним, оскільки потребує значних зусиль, додаткових витрат та професійних навичок.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Переважна більшість науковців у своїх роботах акцентують увагу на непрактичних рішеннях, які вимагають додаткових витрат та зусиль, стороннього програмного забезпечення та професійних навичок.

Потужним математичним апаратом для вирішення таких задач є апарат нейронних мереж, який доволі просто автоматизується засобами сучасних математичних пакетів або поширених мов програмування. Він дозволяє

врахувати обґрунтовану множину параметрів впливу, динамічно приймати рішення щодо оцінювання рівня управління людським капіталом на основі обмеженого набору еталонних значень пар входів-виходів, що уможливорює однозначну ідентифікацію вихідного рішення.

Формулювання цілей статті. Проаналізувати теоретико-методологічні засади економіко-математичного моделювання управління людським капіталом, розробити математичну та структурну моделі оцінювання рівня управління людським капіталом підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розроблення математичної та струк-

турної моделі оцінювання рівня управління людським капіталом на підприємстві (в організації) вирішимо засобами системного підходу, представляючи ЛК складною багаторівневою системою, що характеризується множиною вхідних оцінювальних параметрів X , $X=(x_i)$ та вихідних рішень Y , $Y=(y_j)$. Задача класифікації при цьому полягає у віднесенні досліджуваного економічного суб'єкта (ЛК підприємства або організації), що характеризується множиною параметрів x_i , до одного з класів y_j із множини вихідних рішень $Y=(y_j)$, що описують рівні управління ЛК.

Для розв'язку такої задачі необхідно визначити оптимальну множину оцінювальних пара-

Таблиця 1

Вхідні параметри оцінювання рівня управління ЛК

Параметр	Назва
x_1	Коефіцієнт плинності кадрів
x_2	Коефіцієнт ефективного використання робочого часу
x_3	Коефіцієнт трудової дисципліни
x_4	Лояльність персоналу
x_5	Трудова активність
x_6	Рентабельність використання людського капіталу
x_7	Економічна результативність управлінської діяльності
x_8	Частка витрат на управління
x_9	Співвідношення кількості управлінських працівників до середньооблікової кількості працюючих
x^*_1	Чисельність працівників, звільнених за власним бажанням і за порушення трудової дисципліни;
x^*_2	Середньоспискова чисельність працівників
x^*_3	Фактично відпрацьований час
x^*_4	Максимально можливий фонд робочого часу
$x^*_5 - x^*_8$	Загальна кількість випадків порушення трудової дисципліни
x^*_5	Кількість випадків запізнь
x^*_6	Кількість прогулів
x^*_7	Кількість випадків появи на роботі в нетверезому стані
x^*_8	Кількість випадків несвоєчасного або не в повному обсязі виконання трудових обов'язків
x^*_9	Дотримання норм, правил, традицій організації
x^*_{10}	Довіра, повага до керівництва
x^*_{11}	Відсутність витоку інформації
x^*_{12}	Участь в суспільному житті організації
x^*_{13}	Ініціативність
x^*_{14}	Самовіддача
x^*_{15}	Сумлінність
x^*_{16}	Ентузіазм
x^*_{17}	Чистий прибуток підприємства
x^*_{18}	Середньооблікова кількість працівників підприємства
x^*_{19}	Виручка від реалізації (без ПДВ)
x^*_{20}	Витрати обігу
x^*_{21}	Адміністративні витрати
x^*_{22}	Кількість управлінського персоналу

метрів $x_i, i = \overline{1, n}$ тобто таку, що буде відповідати умовам повноти, дієвості та мінімальності.

Отже, для розроблення математичної та структурної моделі оцінювання рівня управління людським капіталом автори статті обґрунтували (за трьома вищевикладеними критеріями) необхідність визначення множини $X, X=(x_i)$ таких вхідних параметрів $x_i, i = \overline{1, 9}$:

– коефіцієнт плинності кадрів – x_1 ;

– коефіцієнт ефективного використання робочого часу – x_2 ;

– коефіцієнт трудової дисципліни – x_3 ;

– лояльність персоналу – x_4 ;

– трудова активність – x_5 ;

– рентабельність використання людського капіталу – x_6 ;

– економічна результативність управлінської діяльності – x_7 ;

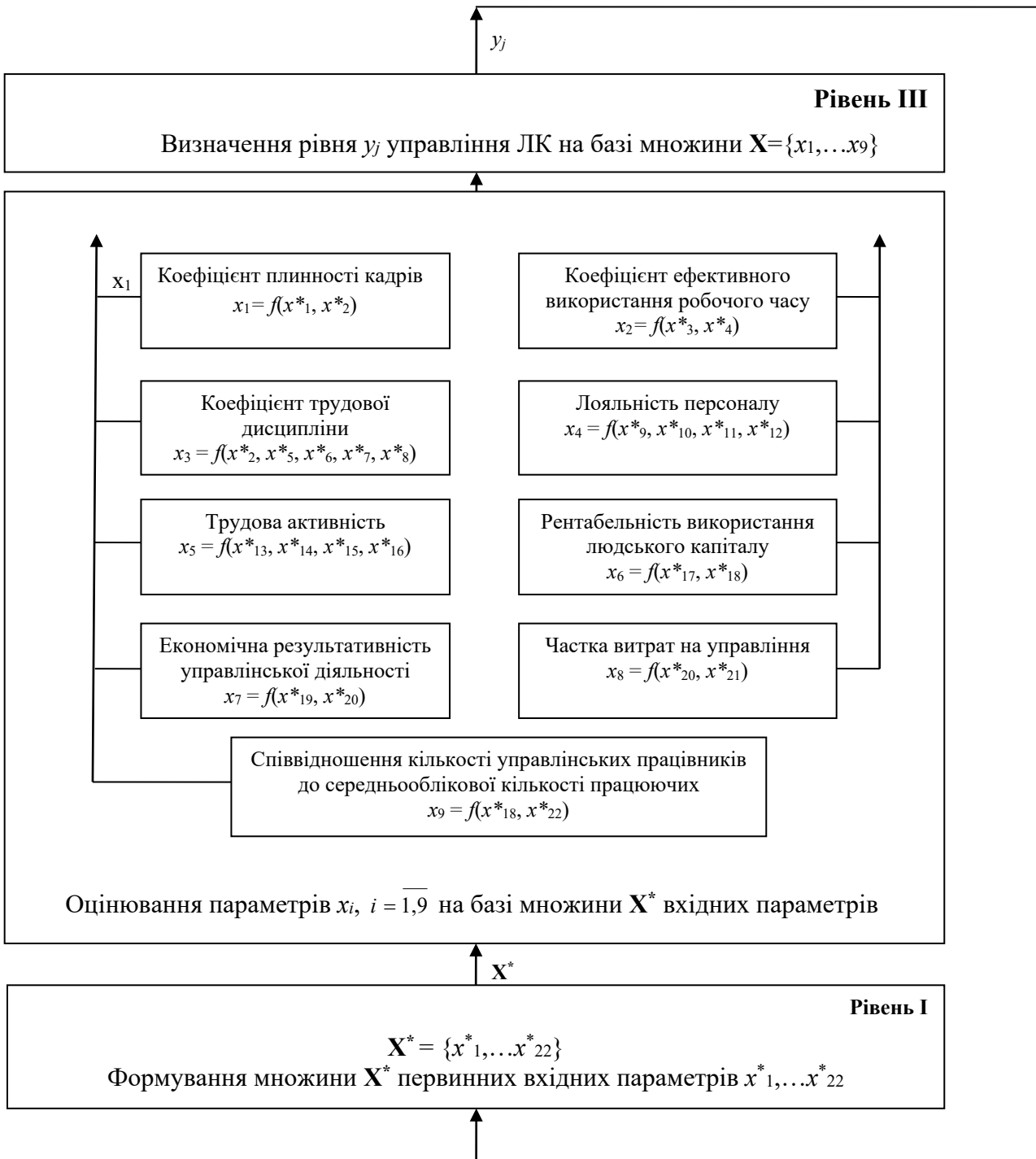


Рис. 1. Структурна модель багаторівневої системи прийняття рішення щодо оцінювання рівня управління ЛК

– частка витрат на управління – x_9 ;
 – співвідношення кількості управлінських працівників до середньооблікової кількості працюючих – x_9 .

Множину вхідних параметрів $\mathbf{X}=(x_i)$, x_i , $i = \overline{1,9}$ та необхідну для її оцінювання множину первинних вхідних параметрів $\mathbf{X}^*=(x_k^*)$, x_k^* , $k = \overline{1,22}$ для моделювання процесу оцінювання рівня управління ЛК наведено у табл. 1.

Множина вихідних рішень \mathbf{Y} визначається такими рівнями y_j управління ЛК на підприємстві:

– y_1 – низький рівень управління ЛК на підприємстві;

– y_2 – середній рівень управління ЛК на підприємстві;

– y_3 – високий рівень управління ЛК на підприємстві.

Отже, математична модель процесу відображення множини \mathbf{X} оцінювальних параметрів на множину \mathbf{Y} вихідних рішень представимо послідовністю реалізації функціоналів \mathbf{F}_1 та \mathbf{F}_2 :

Математична модель процесу відображення множини вхідних первинних параметрів \mathbf{X}^* на множину вихідних рівнянь \mathbf{Y}

$$\mathbf{X}^* \xrightarrow{\mathbf{F}_1} \mathbf{X} \xrightarrow{\mathbf{F}_2} \mathbf{Y},$$

$$\mathbf{X} = \mathbf{F}_1(\mathbf{X}^*), \mathbf{X} = \{x_1, \dots, x_9\}, \mathbf{X}^* = \{x_1^*, \dots, x_{22}^*\}, \\ \mathbf{Y} = \mathbf{F}_2(\mathbf{X}), \mathbf{Y} = \{y_1, \dots, y_3\}.$$

Для відображення функціоналу \mathbf{F}_1 застосуємо такі залежності:

$$x_1 = f(x_1^*, x_2^*),$$

$$x_2 = f(x_3^*, x_4^*),$$

$$x_3 = f(x_5^*, x_6^*, x_7^*, x_8^*),$$

$$x_4 = f(x_9^*, x_{10}^*, x_{11}^*, x_{12}^*),$$

$$x_5 = f(x_{13}^*, x_{14}^*, x_{15}^*, x_{16}^*),$$

$$x_6 = f(x_{17}^*, x_{18}^*),$$

$$x_7 = f(x_{19}^*, x_{20}^*),$$

$$x_8 = f(x_{20}^*, x_{21}^*),$$

$$x_9 = f(x_{18}^*, x_{22}^*).$$

Для візуалізації усіх наявних зв'язків у моделі представимо (на рис. 1) структурну модель багаторівневої системи прийняття рішення щодо рівня управління ЛК на підприємстві.

Висновок. Отже, математичну та структурну моделі щодо оцінювання управління людським капіталом доцільно розглядати як складну багаторівневу систему, що складається з множини підсистем та їх елементів, які взаємодіють між собою, кількість і склад яких може варіюватися залежно від умов зовнішнього та внутрішнього середовищ суб'єкта господарювання.

Вхідним елементом системи є інформація про проблемну область (початкова інформація) – множина параметрів \mathbf{X}^* , вихідним – множина \mathbf{Y} припустимих вихідних рішень y_j щодо рівня управління ЛК на підприємстві.

Основним науковим результатом дослідження є удосконалення математичної моделі процесу оцінювання рівня управління людським капіталом на підприємстві засобами системного підходу та апарату теорії систем, формалізація якої авторами пропонується на основі нейронної мережі Хеммінга.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Турило А. Концепція оцінки і управління людським капіталом підприємства. *Економічний журнал Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2019. Том 2. № 18. DOI: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-02-44-50>
2. Азарова А. О., Рибко Н. В., Тямушева В. М. Математичне моделювання людського капіталу підприємства. 2020. С. 286–300. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/>
3. Матвійчук А. В. Нечіткі, нейромережеві та дискримінантні моделі діагностування можливості банкрутства підприємств. *Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці*. 2013. № 2. С. 71–118. URL: <http://nfmte.com/assets/journal/2/Matviychuk.pdf>
4. Мельник Л., Кубатко О., Маценко О.: Трансформація відтворення людського капіталу відповідно до індустрій 4.0 та 5.0 (2021). DOI: [https://doi.org/10.21511/ppm.19\(2\).2021.38](https://doi.org/10.21511/ppm.19(2).2021.38)
5. Джавад Аббас (2020). Вплив повного управління якістю на корпоративну стійкість через посередницький ефект управління знаннями. *Журнал чистого виробництва*, 244, стаття 118806. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118806>
6. Гуцин М. В., Кіреєв О. А., Катаєв А. С. Автоматизована система оцінки ефективності діяльності співробітників підрозділу. *Молодий вчений*. 2019. № 19(257). С. 119–124. URL: <https://moluch.ru/archive/257/58853/>

REFERENCES:

1. Turilo A. (2019) The concept of evaluation and management of human capital of the enterprise. *Economic Journal of the Lesia Ukrainka East European National University*, vol. 2, no. 18. DOI: <https://doi.org/10.29038/2411-4014-2019-02-44-50>

2. Azarova A. A., Rybko N. V., Tyamusheva V. M. (2020) Mathematical modeling of human capital of the enterprise. Retrieved from: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/>
3. Matviychuk A. V. (2013) Fuzzy, neural network and discriminant models for diagnosing the possibility of bankruptcy. *Neuro-fuzzy modeling technologies in economics*, no. 2, pp. 71–118. Retrieved from: <http://nfmte.com/assets/journal/2/Matviychuk.pdf>
4. Melnyk L., Kubatko O., Matsenko O. Transformation of human capital reproduction according to industries 4.0 and 5.0 (2021). DOI: [https://doi.org/10.21511/ppm.19\(2\).2021.38](https://doi.org/10.21511/ppm.19(2).2021.38)
5. Javad Abbas (2020) The impact of total quality management on corporate sustainability through the mediating effect of knowledge management. *Journal of Net Production*, 244, Article 118806. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118806>
6. Gushchin M. V., Kireev O. A., Kataev A. S. (2019) Automated system for evaluating the effectiveness of employees of the unit. *Young scientist*, no. 19(257), pp. 119–124. Retrieved from: <https://moluch.ru/archive/257/58853/>