

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-37-7>

УДК 330.4

## ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМ КАПІТАЛОМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХЕММІНГА

### ASSESSMENT OF THE LEVEL OF HUMAN CAPITAL MANAGEMENT USING THE HAMMING NEURAL NETWORK

**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>

**Azarova Anzhelika, Puhach Volodymyr**  
Vinnytsia National Technical University

У статті запропоновано модель оцінювання рівня управління людським капіталом (ЛК). Ця модель заснована на застосуванні нейронних мереж. Виявляються існуючі недоліки в оцінюванні рівня ЛК. Удосконалено методологічний підхід до оцінювання рівня управління ЛК, що дозволяє засобами нейромережових технологій точно та обґрунтовано визначити його рівень. Модель носить об'єктивний характер і в той же час враховує суб'єктивні оцінки експертів, тобто результати можуть легко змінюватися на основі зміни експертних оцінок по мірі змін у роботі підприємства, цілі, місії організації або її конкретних задач в теперішній момент. Модель носить і комплексний характер, оскільки, використовуючи понад десяток показників, вона генерує комплексну оцінку, в формуванні якої, наряду з економічними показниками, враховується і людський фактор, а саме дані мотивованості та задоволеності. Було побудовано за допомогою програмного комплексу відповідну штучну нейронну мережу Хеммінга: проведено діагностику, розраховано її вагові коефіцієнти, що дозволило швидко та точно визначити рівень управління людським капіталом підприємства. Запропонований авторами концептуальний підхід має низку істотних переваг перед існуючими альтернативними методами: високу точність оцінювання; врахування потужної множини різноякісних параметрів впливу; висока швидкість прийняття рішення; здатність до самонавчання. Запропонований підхід успішно реалізовано для оцінювання рівня управління людським капіталом на 9 вітчизняних підприємствах.

**Ключові слова:** нейронна мережа, інформаційні технології, управління людським капіталом, персонал підприємства, організація.

The article proposes a model for assessing the level of human capital management (HR). This model is based on the use of neural networks. There are existing shortcomings in assessing the level of LC. The methodological approach to the assessment of the level of LC management has been improved, which allows to accurately and reasonably determine its level by means of neural network technologies. The model is objective and at the same time takes into account the subjective assessments of experts, ie the results can easily change based on changes in expert assessments as changes in the company, goals, mission of the organization or its specific tasks at the moment. The model is also complex, because, using more than a dozen indicators, it generates a comprehensive assessment, the formation of which, along with economic indicators, takes into account the human factor, namely the data of motivation and satisfaction. The corresponding artificial neural network of Hemming was built with the help of the software complex: diagnostics was carried out, its weights were calculated, which allowed to quickly and accurately determine the level of human capital management of the enterprise. Existing methods of human capital management are imperfect, as they do not take into account a wide range of factors of this process, caused by the impact of both internal and external environment. This is due to their incompleteness, inaccuracy, lack of an automated approach to evaluation in human capital management and the inability to learn independently. Thus, the aim

of the article is to assess the level of human capital management through mathematical and computer simulations. The conceptual approach proposed by the authors has a number of significant advantages over existing alternative methods: high estimation accuracy; taking into account a powerful set of different parameters of influence; high speed of decision making; ability to self-study. The main scientific result of the study is the development of conceptual foundations for the formalization of the process of assessing the level of human capital management by means of mathematical and computer modeling based on a systems approach and the Hemming neural network. The proposed approach has been successfully implemented to assess the level of human capital management at 9 domestic enterprises.

**Keywords:** neural network, information technologies, human capital management, enterprise personnel, organization.

**Постановка проблеми.** Постіндустріальна економіка зумовлює нові механізми господарювання, що характеризуються ефективним використанням ресурсної бази не лише матеріальних активів, але й, наперед усе, нематеріальних активів. Домінантним чинником нематеріальної сфери на підприємствах та організаціях стає інтелектуальна складова, до якої належить як базова компонента людський капітал. Для суб'єктів господарювання він стає найважливішим, оскільки, на відміну від інших ресурсів, є невичерпним.

Саме тому грамотне та ефективне управління людським капіталом є нагальною проблемою української економічної науки та, відповідно, практичної сфери її реалізації. Дедалі більшого значення набувають науково-обґрунтовані методи оцінювання ефективності управління людським капіталом, їх відбір з існуючих альтернативних варіантів.

Не зважаючи на те, що останніми роками було розроблено низку різноманітних підходів до оптимізації управління людським капіталом, вони не знайшли широкого застосування в практиці підприємств та організацій через низьку точність вимірювання, достовірність та слабку можливість використання результатів для прийняття управлінських рішень [1].

Аналіз стану процесів оцінювання рівня управління людським капіталом в Україні виявив багато нерозв'язаних практичних проблем, серед яких основними є: економія роботодавців на людських ресурсах, компенсаторна бюрократична культура, некомпетентність та брак дисципліни, неправильно підібрана команда, недостатня активність органів управління, недосконалість нормативної бази тощо. Оцінювання управління людським капіталом здійснюється доволі обмежено та суб'єктивно, без урахування усіх його характеристик та потенціалу [2–3].

Крім того, спостерігається обмеженість у використанні сучасних автоматизованих систем управління людськими ресурсами (HRM-систем – human resource management

systems), що уможливають якісне управління людським капіталом. Це призводить до слабкої мотивації персоналу, що спричиняє збитки в управлінні підприємством (або організацією) та втрату ним конкурентоспроможності, а отже, й свого сегменту ринку.

Враховуючи складність оцінювання рівня управління людським капіталом, потребу обмеження впливу суб'єктивних чинників під час такого процесу, залежність від умов зовнішнього кризового середовища, потужну множину різноякісних параметрів впливу на такий процес, необхідним є розроблення математичних методів та моделей управління ним на вітчизняних підприємствах з використанням сучасних апаратів [4–5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Велика когорта дослідників здійснила значний внесок у розвиток теорії та практики управління людським капіталом. Зокрема, Кричевський М. Л., Дмитрієва С. В., Мартінова Ю. А. [6] для оцінювання управління людським капіталом пропонують аналізувати компетенції та використовувати нейромережеві технології в пакеті Matlab і демонстрації роботи на основі програми Simulink. Серйозний недолік таких систем заключається в складності складання бази правил при числі входу параметрів понад 4-5, тому що кількість правил росте експоненціально із збільшенням числа входів. До того ж, невелика кількість оцінювальних параметрів на вході збільшує кількість помилок та не дозволяє зробити об'єктивне і точне оцінювання.

Питання формування прогнозних оцінок вкладу інтелектуального капіталу в створення цінності компанії на основі штучних нейронних мереж детально розглянуто в роботі [7]. Автори Панков Д. А. та Бусигін Д. Ю. в якості вектора входних параметрів пропонують використовувати показники «людський капітал», «клієнтський капітал», «організаційний капітал». А для вирішення задачі використовують супервізорний вид навчання мережі. Супервізорне навчання є корисним, коли невідомо

точне перетворення для обробки вхідного вектора з метою отримання виходу. Однак, такий підхід має нестачу вхідних даних, так як інтелектуальному капіталу кожної компанії властива своя власна індивідуальність. Так як частина показників моделі будуть нефінансовими, а частина фінансовими, то слід здійснити їх переведення по бальній шкалі.

Гущин М. В., Кіреєв О. А., Катаєв А. С. [8] 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 ПЗ і використання сторонніх компонентів задля її реалізації, що потребує значних зусиль, додаткових витрат та професійних навичок.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Тому існуючі методи управління людським капіталом є недосконалими, оскільки не враховують широкий спектр факторів такого процесу, спричинених впливом як внутрішнього, так і зовнішнього середовища. Це впливає з їх неповноти, неточності, відсутності автоматизованого підходу до оцінки в управлінні людським капіталом та неможливості самостійного навчання.

**Формулювання цілей статті.** Основною метою статті є розроблення концептуальних засад формалізації процесу оцінювання рівня управління людським капіталом засобами математичного та комп'ютерного моделювань на основі системного підходу та нейронної мережі Хеммінга.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Проблема 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'єкту (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 параметрів  $x_i$ ,  $i = \overline{1, l}$  тобто таку, що буде відповідати умовам повноти, дієвості та мінімальності.

Отже, для визначення рівня управління людським капіталом автори статті обґрунтували (за трьома вищевикладеними критеріями) необхідність визначення множини  $X$ ,  $X=(x_i)$  таких вхідних оцінювальних 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 –  $x_7$ ;
- частка витрат на управління –  $x_8$ ;
- співвідношення кількості управлінських працівників до середньооблікової кількості працюючих –  $x_9$ .

Множина вихідних рішень  $Y$  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  $X$  оцінювальних параметрів на множину  $Y$  вихідних рішень представимо послідовністю реалізації функціоналів  $F_1$  та  $F_2$ :

Математична модель процесу відображення множини вхідних первинних параметрів  $X^*$  на множину вихідних рівнянь  $Y$

$$X^* \xrightarrow{F_1} X \xrightarrow{F_2} Y, \quad X = F_1(X^*),$$

$$X = \{x_1, \dots, x_9\}, \quad X^* = \{x_1^*, \dots, x_{22}^*\},$$

$$Y = F_2(X), \quad Y = \{y_1, \dots, y_3\}.$$

Для відображення функціоналу  $F_1$  застосуємо такі залежності:

$$\begin{aligned} x_1 &= f(x_1^*, x_2^*), \\ x_2 &= f(x_3^*, x_4^*), \\ x_3 &= f(x_5^*, x_6^*, x_7^*, x_8^*), \\ x_4 &= f(x_9^*, x_{10}^*, x_{11}^*, x_{12}^*), \\ x_5 &= f(x_{13}^*, x_{14}^*, x_{15}^*, x_{16}^*), \\ x_6 &= f(x_{17}^*, x_{18}^*), \\ x_7 &= f(x_{19}^*, x_{20}^*), \\ x_8 &= f(x_{20}^*, x_{21}^*), \\ x_9 &= f(x_{18}^*, x_{22}^*). \end{aligned}$$

Отже, процес прийняття рішень 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  $X^*$ , вихідним – множина  $Y$  припустимих вихідних рішень  $y_j$  щодо рівня управління ЛК на підприємстві [9].

Для побудови ефективної системи підтримки прийняття рішення щодо рівня управління ЛК необхідно використовувати сучасні математичні апарати, які дозволяють поєднати не тільки різні за економічним змістом показники і моделі, але й різні за своєю природою – кількісні та якісні параметри.

Автори статті пропонують реалізовувати функціонал  $F_2$  запропонованої математичної моделі засобами штучної нейронної мережі Хеммінга, яка дозволяє виконати співставлення образу вхідного вектора  $X=(x_i), i = \overline{1, n}$ , що порівнює рівень управління ЛК на досліджуваному підприємстві з найближчим еталонним вектором, що описує одне з можливих вихідних рішень щодо рівня ЛК, тобто дана мережа із сигналу, поданого на її вхід, – вектора оцінювальних параметрів для оціню-

вання управління людським капіталом, виділяє відповідний еталонний зразок щодо рівня управління ЛК, взятого з матриці знань.

Архітектуру мережі Хеммінга автори пропонують на рис. 1.

На вхід мережі Хеммінга подаються закодовані значення оцінювальних параметрів  $x_i$ , які позначимо через  $K_1 \dots K_{18}$ . Вихід з прошарку категорій позначено  $R_1 \dots R_5$ . Сигнали  $R_1 \dots R_5$  зворотно під'єднані до кожного нейрона у прошарку категорій мережі Хеммінга і прямо під'єднані до вихідного нейрону.

За допомогою експертних методів, шляхом проведення анкетного опитування працівників відділів з управління персоналом промислових підприємств [10, 13] Вінниччини було обґрунтовано граничні значення оцінювальних показників, згідно з якими можна розбити інтервал значень кожного з 9 оцінювальних параметрів на три діапазони: Н – низький, С – середній та В – високий характеристичний рівень оцінювального параметра  $x_i$  (табл. 1).

За даними експертів були визначені значення оцінювальних параметрів на всьому проміжку зміння, як було зазначено у табл. 1.

Складемо табл. 2 найбільш типових еталонів для роботи мережі Хеммінга із застосуванням лінгвістичних термів, що описують значення оцінювальних параметрів  $x_i$ , як вказано у табл. 1.

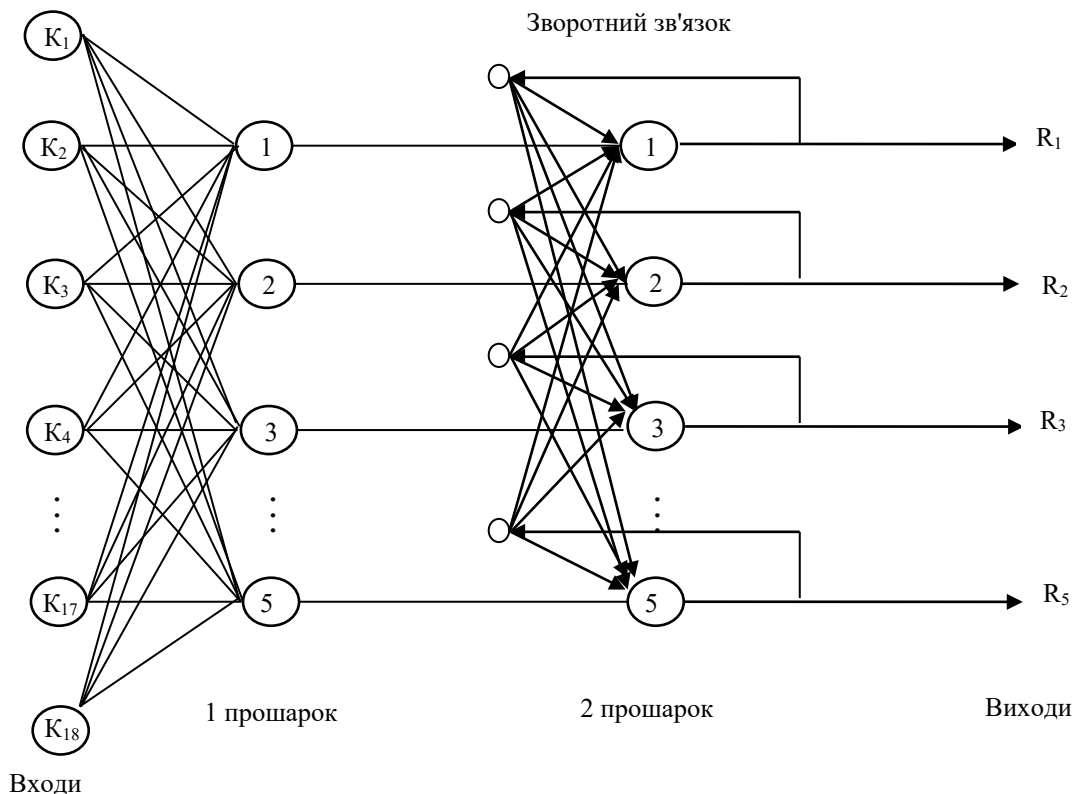


Рис. 1. Мережа Хеммінга для оцінювання рівня управління ЛК

Таблиця 1

Діапазони зміни оцінювальних параметрів  $x_i$ 

Параметр	Назва оцінювального параметру	Діапазони зміни параметру	Характеристичний терм, що описує значення параметра $x_i$
$x_1$	Коефіцієнт плинності кадрів	9% і більше 3% – 8% 0 – 2%	Високий – В Середній – С Низький – Н
$x_2$	Коефіцієнт ефективного використання робочого часу	8-12 5-7 0-4	В С Н
$x_3$	Коефіцієнт трудової дисципліни	0,3 і нижче 0,3-0,5 0,6-1	В С Н
$x_4$	Лояльність персоналу	9-12 5-7 0-3	В С Н
$x_5$	Трудова активність	9-12 5-7 0-3	В С Н
$x_6$	Рентабельність використання людського капіталу	22 і більше 7-21 6 і менше	В С Н
$x_7$	Економічна результативність управлінської діяльності	22 і більше 7-21 6 і менше	В С Н
$x_8$	Частка витрат на управління	8 і більше 5-7 1-6	В С Н
$x_9$	Співвідношення кількості управлінських працівників до середньооблікової кількості працюючих	0,16-0,30 0,11-0,15 0,10 і нижче	В С Н

Таблиця 2

## Еталонні зразки для мережі Хеммінга

№ еталона	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$u_j$
1	В	Н	Н	Н	Н	Н	Н	В	С	Н
2	В	С	Н	Н	Н	Н	Н	С	В	
3	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
4	Н	В	В	С	В	В	В	С	Н	В
5	Н	В	В	В	В	В	В	Н	С	

Оскільки нейронна мережа Хеммінга працює лише з числовими значеннями «1» та «-1», то після отримання характеристичних рівнів показників (Н, С, В), автори статті пропонують здійснювати перетворення лінгвістичних термів для значень оцінювальних параметрів  $x_i$  на двійкові коди.

Формат коду повинен складатися з двох цифр, що дозволяє закодувати 4 ( $2^2=4$ ) можливих лінгвістичних терма. При цьому зазначимо, що управління людським капіталом описується лише трьома рівнями  $u_j$  ( $j = \overline{1,3}$ ) на виході системи прийняття рішення щодо оці-

нювання рівня управління ЛК, тобто є потреба у кодуванні лише трьох лінгвістичних термів, як запропоновано у табл. 3.

Таблиця 3

## Кодування характеристичних рівнів двійковим кодом

Характеристичний рівень	Код для мережі Хеммінга	
Низький	-1	-1
Середній	-1	1
Високий	1	1

Таблиця 4

## Закодовані еталони для оцінювання рівня ЛК на базі мережі Хеммінга

№ Еталона	Код для $x_1$	Код для $x_2$	Код для $x_3$	Код для $x_4$	Код для $x_5$	Код для $x_6$	Код для $x_7$	Код для $x_8$	Код для $x_9$	$U_j$
1	-1-1	1 1	-1-1	-1-1	-1 1	-1-1	-1-1	-1-1	-1-1	$U_1$
2	-1-1	-1-1	-1-1	-1-1	-1-1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	
3	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	1 1	-1 1	-1 1	-1 1	$U_2$
4	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	-1 1	-1 1	-1 1	-1 1	$U_3$
5	1 1	1 1	-1 1	1 1	1 1	1 1	-1 1	1 1	1 1	

Отже, після кодування табл. 2 з еталонами набуває вигляду табл. 4. Отже, маємо 5 еталонних зразків для класифікації рівнів ЛК.

Після побудови мережі (рис. 2) на вхід її подається вектор закодованих 18-ти значень 9-ти оцінювальних параметрів  $x_i$ , що характеризують рівень управління ЛК на досліджуваному суб'єкті господарювання.

Нейронна мережа ідентифікує найближчий до вектора, поданого на її вхід, еталон. Номер цього еталону із використанням даних табл. 4 дозволяє провести класифікацію результуючого рішення з присвоєнням відповідного рівня  $u_j$ , ( $j = \overline{1,3}$ ) управління ЛК на підприємстві.

Застосування математичної моделі для оцінювання рівня ЛК. Розглянемо процедуру оцінювання рівня ЛК на базі запропонованого підходу із використанням апарату мережі Хеммінга на 9-ти промислових підприємствах Вінницької області. У табл. 5 зазначено оцінки параметрів та відповідні їм лінгвістичні терми, а також вхідні коди для мережі Хеммінга, що їм відповідають.

Отже, на вхід системи прийняття рішення (рис. 1) подаються значення 22-ох первинних показників  $x_b^*$  ( $b = \overline{1,22}$ ), які використовуються для розрахунку (на базі запропонованої математичної моделі) 9-ти оцінювальних параметрів  $x_i$  ( $i = \overline{1,9}$ ) для 9-ти промислових

підприємств Вінницької області. При цьому значення оцінювальних параметрів  $x_1...x_9$  представлено конкретним лінгвістичним термом (Н – низький, С – середній, В – високий), що йому відповідає.

Для реалізації запропонованої авторами математичної моделі та методу її формалізації засобами нейронної мережі Хеммінга здійснено кодування оцінювальних параметрів згідно табл. 3.

Для перевірки моделі на адекватність, використаємо вітчизняну систему управління персоналом «Hurma System» [12]. Що дозволить порівняти результати з отриманими зразками дослідження (табл. 6).

Отже, за допомогою запропонованої авторами багаторівневої системи прийняття рішень із застосуванням штучної нейронної мережі Хеммінга було оцінено рівні управління людським капіталом на 9 підприємствах промислової галузі Вінницької області. На підприємствах 1, 2, 7 рівень УП є низьким. Рівень УП підприємств 3, 6, 9 визначено як середній. Високий рівень УП мають підприємства 4, 5, 8. Такі оцінки корелюються з оцінками, отриманими із застосуванням існуючої вітчизняної HRM-системи «Hurma System», що свідчить про адекватність запропонованого авторами підходу.

Таблиця 5

Значення параметрів  $x_i$  та  $u_j$  для промислових підприємств Вінницької області

Суб'єкт господарювання	Значення $x_i$									Результуюче рішення $u_j$ за авторським підходом
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	
Підприємство № 1	В	С	Н	Н	Н	Н	Н	В	С	$u_1$
Підприємство № 2	В	Н	Н	Н	Н	Н	Н	В	Н	$u_1$
Підприємство № 3	С	С	С	С	С	С	С	С	С	$u_2$
Підприємство № 4	Н	В	В	В	В	В	В	С	Н	$u_3$
Підприємство № 5	Н	В	В	С	В	В	В	Н	С	$u_3$
Підприємство № 6	Н	С	В	С	С	С	С	С	С	$u_2$
Підприємство № 7	В	Н	Н	С	Н	Н	Н	В	Н	$u_1$
Підприємство № 8	Н	В	В	С	С	В	В	С	Н	$u_3$
Підприємство № 9	Н	С	С	С	В	С	С	Н	С	$u_2$

Таблиця 6

Значення параметрів  $x_i$  та  $y_j$  для промислових підприємств Вінницької області

Суб'єкт господарювання	Значення $x_i$									Результуюче рішення $y_j$ за системою «Hurma System»
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	
Підприємство № 1	10	5,5	0,6	2	3	5	6	8	0,12	$y_1$
Підприємство № 2	9	3	0,7	3	1,5	6	4,5	9	0,9	$y_1$
Підприємство № 3	5	6	0,3	7	5	10	12,6	7	0,11	$y_2$
Підприємство № 4	0,5	10	0,2	10	9	25	23	5	0,8	$y_3$
Підприємство № 5	1	8	0,3	6	11	22	27	3,5	0,12	$y_3$
Підприємство № 6	2	7	0,1	5	6	25	24	6	0,14	$y_2$
Підприємство № 7	11	2	0,5	6	2	5	5	8	0,10	$y_1$
Підприємство № 8	1,5	10,5	0,25	6,5	5	22,5	23	7	0,75	$y_3$
Підприємство № 9	0,8	5,5	0,4	5,5	10	15,4	17,5	2,8	0,13	$y_2$

**Висновок.** Основним науковим результатом дослідження є розроблення концептуальних засад формалізації процесу оцінювання рівня управління людським капіталом засобами математичного та комп'ютерного моделювання на основі системного підходу та нейронної мережі Хеммінга.

Таким чином, метод формалізації СППР щодо управління ЛК на базі НМ автори роботи пропонують таким:

1. На вхід СППР подаються значення  $x_b^*$  ( $b = 1, 22$ ) первинних показників, які використовуються для розрахунку  $x_i$  ( $i = \overline{1, 9}$ ) оцінювальних параметрів на базі описаних вище залежностей.

2. Значення оцінювальних параметрів  $x_1 \dots x_9$  за допомогою відповідних діапазонів значень, описуються конкретним характеристичним рівнем (Н – низький, С – середній, В – високий).

3. Кожному оцінювальному параметру, що описується певним характеристичним рівнем, присвоюється відповідний двійковий код.

4. Формується вхідний вектор мережі Хеммінга (закодована комбінація з 20 цифр «1» та «-1»).

5. Нейронна мережа Хеммінга ідентифікує найближчий вхідному вектору еталон, номер якого видається на виході мережі.

Таким чином, за допомогою вищевикладеного методу стає можливим однозначно класифікувати об'єкт, визначити його рівень управління.

Отже, запропоновані математична модель та метод її формалізації володіють такими значними перевагами перед існуючими альтернативними підходами:

- 1) точність оцінювання;
- 2) врахування широкого спектру різноякісних оцінювальних параметрів;
- 3) швидкодія;
- 4) здатність до самонавчання;
- 5) використання запропонованого підходу щодо визначення рівня управління людським капіталом дозволяє: усунути помилки під час оцінювання, врахувати широку множину різноякісних первинних показників, скоротити час щодо прийняття остаточного рішення щодо рівня управління ЛК.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Лукіна М.М. Технологія автоматизованої системи управління кадрами з використанням моделі компетенцій. *Інтернет-журнал «Науковедення»*. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-avtomatizirovannoy-sistemy-upravleniya-kadrami-s-ispolzovaniem-modeli-kompetentsiy/viewer>

2. Болдирева Н.В., Тихонова Я.М., Мішуніна Е., Храмов Б.А. Сучасні технології і методи оцінки персоналу: плюси і мінуси. *Вісник інституту світових цивілізацій*. 2019. № 2(23). С. 46–57. URL: <http://imc-i.ru/userfiles/ufiles/vestnik23.pdf>

3. Романадзе Е.Л., Сьоміна А.П. Огляд методів оцінки персоналу у сучасних організаціях. *Московський економічний журнал*. 2019. № 1. С. 1–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-otsenki-personala-v-sovremennyh-organizatsiyah>

4. Ісмаїлова А.В. Сучасні методи оцінки персоналу. *Вісті міжнародної академії аграрної освіти*. 2016. № 28. С. 49–52. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26932220>

5. Дончак Л.Г., Бойківська Г.М., Лисюк С.П. Методичний підхід до оцінювання рівня кадрового потенціалу підприємства. *Збірник наукових праць Університету державної фіскальної служби України*. 2021. № 1. С. 96–112. DOI: <https://doi.org/10.33244/2617-5940.1.2021.96-112>
6. Кричевський М.Л., Дмитрієва С.В., Мартинова Ю.А. Нейромережева оцінка компетенцій персоналу. *Економіка праці*. 2018. № 5. С. 1101–1118. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.5.4.39488>
7. Панков Д.А., Бусигін Д.Ю. Концепція формування прогнозних оцінок вкладу інтелектуального капіталу в створення цінності компанії на основі штучних нейронних мереж. *Бухгалтерський облік і аналіз*. 2018. № 7. С. 32–38. URL: [http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/82521/1/Pankov\\_D.\\_A..pdf](http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/82521/1/Pankov_D._A..pdf)
8. Гуцин М.В., Кіреєв О.А., Катаєв О.С. Автоматизована система оцінки ефективності діяльності співробітників підрозділу. *Молодий вчений*. 2019. № 19. С. 119–124. URL: <https://moluch.ru/archive/257/58853/>
9. Побережний Р.О., Побережна Н.М. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. *Економіко-математичне моделювання в управлінні персоналом сучасного підприємства*. 2019. № 11. С. 153–155. URL: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/52610/3/Poberezhnyi\\_Ekonomiko-matematychne\\_2019.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/52610/3/Poberezhnyi_Ekonomiko-matematychne_2019.pdf)
10. Федоренко І.А., Журба О.І., Сєрикова Ю.М. Оцінювання ефективності управління персоналом промислового підприємства. 2018. № 5. С. 89–90. URL: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/48283/1/Fedorenko\\_Otsiniuvannia\\_2018.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/48283/1/Fedorenko_Otsiniuvannia_2018.pdf)
11. Івашкова А.О. Модель оцінки інноваційних методів управління персоналом. *Моделювання процесів інноваційного розвитку в економіці*. 2021. № 8. С. 31–32. URL: [http://www.confcontact.com/eim2021/8\\_ivashkova.pdf](http://www.confcontact.com/eim2021/8_ivashkova.pdf)
12. Офіційний сайт хмарного сервісу «Hurma System» для оцінювання управління персоналом. URL: <https://hurma.work/>
13. Лактіонов О.І. Інформаційне та програмне забезпечення в системі оцінки рівня професійної компетенції персоналу промислових підприємств. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2016. № 4. С. 149–152. URL: [http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2016/2016\\_4/\(239\)%202016-4-t.pdf](http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2016/2016_4/(239)%202016-4-t.pdf)

## REFERENCES:

1. Lukina M.M (2017) Tekhnolohiya avtomatyzovanoyi systemy upravlinnya kadramy z vykorystannyam modeli kompetentsiy [Technology of automated personnel management system using competency model]. *Online journal "Naukovedennya"* (electronic journal), vol. 9, no. 2, pp. 1–9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-avtomatizirovannoy-sistemy-upravleniya-kadrami-s-ispolzovaniem-modeli-kompetentsiy/viewer>
2. Boldyreva N.V., Tikhonova Y.M., Mishunina E., Khramtsov B.A. (2019) Suchasni tekhnolohiyi i metody otsinky personalu: plyusy i minusy [Modern technologies and methods of personnel evaluation: pros and cons]. *Bulletin of the Institute of World Civilizations* (electronic journal), vol. 2, no. 23, pp. 46–57. Available at: <http://imc-i.ru/userfiles/ufiles/vestnik23.pdf>
3. Romanadze E.L., Semina A.P. (2019) Ohlyad metodiv otsinky personalu u suchasnykh orhanizatsiyakh [Review of methods of personnel evaluation in modern organizations]. *Moscow Economic Journal* (electronic journal), vol. 9, no. 1, pp. 1–9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-otsenki-personala-v-sovremennyh-organizatsiyah>
4. Ismailova A.V. (2016) Suchasni metody otsinky personalu [Modern methods of personnel evaluation]. *News of the International Academy of Agrarian Education* (electronic journal), vol. 8, no. 28, pp. 49–52. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26932220>
5. Donchak L.G., Boykivska G.M., Lysyuk S.P. (2021) Metodychnyy pidkhid do otsinyuvannya rivnya kadrovoho potentsialu pidpryyemstva [Methodical approach to assessing the level of human resources of the enterprise]. *Collection of scientific works of the University of the State Fiscal Service of Ukraine* (electronic journal), vol. 1, no. 1, pp. 96–112. DOI: <https://doi.org/10.33244/2617-5940.1.2021.96-112>
6. Krichevsky M.L., Dmitrieva S.V., Martinova Y.A. (2018) Neyromerezheva otsinka kompetentsiy personalu [Neural network assessment of staff competencies]. *Labor economics* (electronic journal), vol. 7, no. 5, pp. 1101–1118. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.5.4.39488>
7. Pankov D.A., Busygin D.U. (2018) Kontseptsiya formuvannya prohnnozykh otsinok vkladu intelektual'noho kapitalu v stvorennia tsinnosti kompaniyi na osnovi shtuchnykh neyronnykh merezh [The concept of forming predictive estimates of the contribution of intellectual capital in creating company value based on artificial neural networks]. *Accounting and analysis* (electronic journal), vol. 4, no. 7, pp. 32–38. Available at: [http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/82521/1/Pankov\\_D.\\_A..pdf](http://edoc.bseu.by:8080/bitstream/edoc/82521/1/Pankov_D._A..pdf)



Gushchin M.V., Kireev O.A., Kataev O.S. (2019) Avtomatyzovana systema otsinky efektyvnosti diyal'nosti spivrobotnykiv pidrozdilu [Automated system for assessing the effectiveness of employees of the unit]. *Molodyy vchenyy* [Young scientist] (electronic journal), vol. 257, no. 19, pp. 119–244. Available at: <https://moluch.ru/archive/257/58853/>

8. Poberezhny R.O., Poberezhna N.M. (2019) Matematychni metody, modeli ta informatsiyne tekhnolohiyi v ekonomitsi [Mathematical methods, models and information technologies in economics]. *Economic and mathematical modeling in personnel management of a modern enterprise* (electronic journal), vol. 11, no. 11, pp. 153–155. Available at: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/52610/3/Poberezhnyi\\_Ekonomiko-matematychne\\_2019.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/52610/3/Poberezhnyi_Ekonomiko-matematychne_2019.pdf)

9. Fedorenko I.A., Zhurba O.I., Serikova Y.M. (2018) Otsinyuvannya efektyvnosti upravlinnya personalom promyslovoho pidpryyemstva [Evaluation of the effectiveness of personnel management of an industrial enterprise]. *Conference NTU* (electronic journal), vol. 8, no. 5, pp. 89–90. Available at: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/48283/1/Fedorenko\\_Otsini-uvannia\\_2018.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/48283/1/Fedorenko_Otsini-uvannia_2018.pdf)

10. Ivashkova A.O. (2021) Model' otsinka innovatsiy nykh metodiv upravlinnya personalom [Model evaluation of innovative methods of personnel management]. *Ekonomika i menedzhment* (electronic journal), vol. 1, no. 8, pp. 31–32. Available at: [http://www.confcontact.com/eim2021/8\\_Ivashkova.pdf](http://www.confcontact.com/eim2021/8_Ivashkova.pdf)

11. Official site of the cloud service "Hurma System" for the assessment of personnel management. Available at: <https://hurma.work/>

12. Laktionov O.I. (2016) Informatsiyne ta prohramne zabezpechennya v systemi otsinky rivnya profesiy noyi kompetentsiyi personalu promyslovykh pidpryyemstv [Information and software in the system of assessment of the level of professional competence of the personnel of industrial enterprises]. *Bulletin of Khmelnytsky National University* (electronic journal), vol. 11, no. 4, pp. 149–152. Available at: [http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2016/2016\\_4/\(239\)%202016-4-t.pdf](http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2016/2016_4/(239)%202016-4-t.pdf)