

УДК 005.336.4

А. О. Азарова,
к. т. н., професор, професор кафедри МБІС, Вінницький національний технічний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3340-5701>

І. Г. Лук'яненко,
д. е. н., професор, завідувач кафедри фінансів,
Національний університет "Києво-Могилянська академія"
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4128-5909>

І. О. Педоренко,
здобувач першого рівня вищої освіти, Вінницький національний технічний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5730-892X>

DOI: 10.32702/2306-6814.2026.8.391

МАТЕМАТИЧНА ТА СТРУКТУРНА МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ HRM-СИСТЕМ ЗАСОБАМИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

A. Azarova,
PhD in Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Management Information Systems,
Vinnitsa National Technical University

I. Lukyanenko,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Finance, National University of Kyiv-Mohyla Academy

I. Pedorenko,
Bachelor's degree candidate, Vinnitsa National Technical University

MATHEMATICAL AND STRUCTURAL MODELS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF HRM SYSTEMS USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES

У статті проаналізовано існуючі класичні підходи до визначення доцільності вибору HRM-засобів, їх недоліки та переваги, що довело необхідність розроблення більш ефективної системи оцінювання, на базі якої можливо здійснити обґрунтований вибір оптимальної системи управління персоналом для підприємства.

Теоретико-методологічною основою дослідження слугували положення системного аналізу, теорії систем та апарату штучного інтелекту, зокрема методи нейромережевого моделювання та рекурентних нейронних мереж.

Розроблено математичну та структурну моделі процесу науково обґрунтованого вибору HRM-засобу для покращення управління персоналом підприємства із використанням мережі Хопфілда. Запропоновані авторами дослідження моделі поєднують формалізований підхід до прийняття управлінських рішень із урахуванням узгоджених еталонних оцінок, що дозволяє адаптувати результати моделювання до змін умов функціонування підприємства, його стратегічних цілей та кадрової політики. Запропонований підхід має комплексний характер, оскільки базується на використанні обґрунтованої множини критеріїв оцінювання HRM-систем, які враховують як функціональні, так і організаційно-управлінські аспекти таких інформаційних засобів. Для формалізації задачі вибору оптимального HRM-засобу використано апарат рекурентних нейронних мереж, зокрема мережу Хопфілда, що дозволяє реалізувати процес пошуку стійкого оптимального рішення шляхом мінімізації енергетичної функції моделі за умови неповної або неточної вхідної інформації.

The article analyzes the existing classical approaches to determining the feasibility of choosing HRM tools, their shortcomings and advantages which proved the necessity of development a more effective evaluation system on the basis of which it's possible to make a substantiated choice of the optimal personnel management system for the enterprise.

The theoretical and methodological basis of the study was the provisions of system analysis, systems theory and artificial intelligence apparatus, in particular the methods of neural network modeling and recurrent neural networks.

To formalize the problem of selecting the optimal HRM tool, the apparatus of recurrent neural networks is applied, in particular the Hopfield network, which allows implementing the process of searching for a stable optimal solution by minimizing the energy function of the model. This ensures the identification of the most appropriate alternative among a set of possible solutions under conditions of multi-criteria evaluation and uncertainty.

A mathematical and structural model of the process of scientifically substantiated selection of an HRM tool to improve the enterprise's personnel management using the Hopfield network has been developed. Models proposed by the authors of the study combine a formalized approach to making management decisions taking into account agreed reference estimates which allows you to adapt the modeling results to changes in the operating conditions of the enterprise, its strategic goals and personnel policy. The proposed approach is comprehensive in nature as it is based on the use of a reasonable set of criteria for evaluating HRM systems which take into account both functional, organizational and managerial aspects of such information tools. To formalize the problem of choosing the optimal HRM tool the apparatus of recurrent neural networks was used, in particular the Hopfield network which allows implementing the process of finding a stable optimal solution by minimizing the energy function of the model under the condition of incomplete or inaccurate input information.

Ключові слова: математична модель, структурна модель, HRM-система, мережа Хопфілда, управління персоналом підприємства.

Key words: mathematical model, structural model, HRM system, Hopfield network, enterprise personnel management.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні умови функціонування вітчизняних підприємств характеризуються високим рівнем динамічності, зростанням конкуренції та активною цифровою трансформацією управлінських процесів. Ефективність діяльності підприємства значною мірою залежить від якості системи управління персоналом, здатності керівництва оперативно приймати обґрунтовані рішення та використовувати сучасні інформаційні інструменти для підтримки кадрових процесів. Одним із ключових напрямів удосконалення управління персоналом є впровадження та використання спеціалізованих HRM-систем, які забезпечують автоматизацію основних функцій роботи з персоналом.

Разом із тим, різноманіття програмних засобів управління персоналом, представлених на ринку, ускладнює процес вибору оптимального HRM-рішення для конкретного підприємства. Вітчизняні підприємства часто стикаються з проблемою необхідності одночасного врахування економічних, організаційних, технічних та функціональних характеристик HRM-систем, а також обмежень, пов'язаних із бюджетом, масштабом діяльності та специфікою бізнес-процесів. Це зумовлює потребу у формалізованих підходах до прийняття рішень, які дозволяють зменшити суб'єктивність вибору та підвищити його обґрунтованість.

Традиційні методи оцінювання інформаційних систем управління персоналом, зокрема експертні методи та багатокритеріальні моделі, не завжди забезпечують достатню гнучкість і адаптивність до змін зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства. У зв'язку з цим доцільним є застосування економіко-математичних моделей, здатних враховувати значну кількість факторів впливу та забезпечувати пошук оптимального рішення в умовах багатоваріантності альтернатив [1].

Одним із перспективних інструментів для розв'язання задач вибору оптимального HRM-засобу є апарат штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі. Використання рекурентних нейронних мереж дозволяє представити процес вибору як задачу оптимізації, результатом якої є досягнення стійкого стану системи, що відповідає найбільш

доцільному управлінському рішення. У цьому контексті особливий інтерес становить мережа Хопфілда, яка забезпечує можливість моделювання асоціативної пам'яті та реалізації механізму мінімізації енергетичної функції для знаходження оптимального варіанта серед множини альтернатив, тому для вирішення поставленої задачі авторами статті було використано цей інструментарій.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ

Проблематика вибору інформаційних систем управління персоналом активно досліджується в межах цифровізації управлінських процесів та автоматизації діяльності підприємств. У наукових працях [1—9] розглядаються питання впровадження HRM-систем, оцінювання їх функціональних можливостей, економічної доцільності використання та впливу на ефективність управління людським капіталом. Разом із тим, більшість досліджень зосереджені переважно на якісному аналізі програмних продуктів або на використанні класичних методів багатокритеріального оцінювання.

У практиці вибору HRM-засобів найчастіше застосовуються експертні методи, методи зважених коефіцієнтів, а також лінійні моделі зважених сум [1]. Зазначені підходи дозволяють врахувати множини критеріїв та сформувати інтегральну оцінку кожної альтернативи. Проте, такі моделі мають низку обмежень: вони передбачають статичний характер вагових коефіцієнтів, не враховують можливі нелінійні взаємозв'язки між критеріями та не забезпечують механізму автоматичного пошуку стійкого оптимального рішення у випадку зміни вхідних параметрів.

У роботі [9] відзначено, що сучасні HRM-системи сприяють оптимізації управління персоналом завдяки централізованому зберіганню даних, автоматизації кадрового обліку та формуванню аналітичної звітності для менеджменту підприємства. Водночас, автори підкреслюють, що впровадження таких систем часто супроводжується значними фінансовими витратами, складністю інтеграції з іншими інформаційними системами підприємства та необхідністю спеціалізованої підготовки персоналу.

Зарубіжні науковці приділяють значну увагу дослідженню цифрових HRM-платформ та систем електронного управління персоналом, зокрема, Мело П., Мачадо К., Геффернан М., Кафферкі К., Харні Б., Таунсенд К., Дандон Т., Гарг С., Цзян К., Лепак Девід П., Хауфф С. та ін. [2—5]. У своїх дослідженнях цифрової трансформації HRM вони відзначають, що сучасні HRM-системи забезпечують можливість використання аналітики даних, що сприяє більш обґрунтованому прийняттю управлінських рішень щодо персоналу та підвищує ефективність HR-процесів. Разом із тим, вчені стверджують, що надмірна орієнтація на автоматизовані алгоритми може призводити до втрати індивідуального підходу до працівників та зменшення ролі людського фактору у прийнятті кадрових рішень.

Серед провідних вітчизняних науковців, варто зазначити таких, як Грищенко Д. Г., Йосифчук Я. М., Чуприна М. О., Жалдак Г. П., Колот А. М. та ін. [6—8]. Їх праці орієнтуються на виявлені особливостей HR-менеджменту в умовах діджиталізації бізнесу, та процесам його інтелектуалізації.

Не зважаючи на значний теоретичний доробок у досліджуваній царині знань, строго формалізованого підходу до обґрунтованого вибору HRM-системи (із застосуванням багатокритеріального аналізу) методу не опрацьовано в сучасній літературі. Отже, наявних підходів свідчить про доцільність подальших наукових пошуків у напрямку вдосконалення процесу обґрунтованого вибору оптимальної HRM, який би дозволив усунути недоліки існуючих методів. Це зумовлює розроблення авторами статті математичної та структурної моделі вибору HRM-засобу на основі мережі Хопфілда, що дозволяє підвищити обґрунтованість управлінських рішень та розширити можливості нейро-мережевого моделювання у сфері управління персоналом.

ФОРМУВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є покращення управління персоналом підприємства шляхом обґрунтування та подальшого впровадження оптимальної HRM-системи на основі математичного моделювання із використанням апарату нейронних мереж. Реалізація поставленої мети передбачає формалізацію процесу багатокритеріального оцінювання альтернатив, інтеграцію кількісних і якісних показників до єдиної моделі та забезпечення адаптивності прийняття управлінських рішень в умовах зміни параметрів зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства.

Досягнення мети зумовлює необхідність аналізу існуючих підходів до вибору HRM-засобів, формування системи релевантних критеріїв оціню-

вання, побудови математичної моделі задачі у багатовимірному просторі ознак та розроблення структурної моделі її реалізації на основі мережі Хопфілда. У результаті передбачається отримання інструментарію, що підвищує обґрунтованість управлінських рішень і розширює можливості застосування формалізованих засобів AI у сфері управління людським капіталом.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Ефективність вибору HRM-системи значною мірою залежить від можливості комплексного врахування множини різнорідних параметрів, що характеризують функціональні, економічні та організаційні аспекти використання таких інформаційних систем. З огляду на це, доцільним є формування структурної моделі, яка дозволяє систематизувати вхідні параметри, визначити узагальнюючі функції оцінювання та забезпечити їх подальше оброблення із застосуванням методів нейро-мережевого моделювання.

Запропонована авторами структурна модель передбачає багаторівневу організацію процесу оцінювання ефективності HRM-системи (рис. 1).

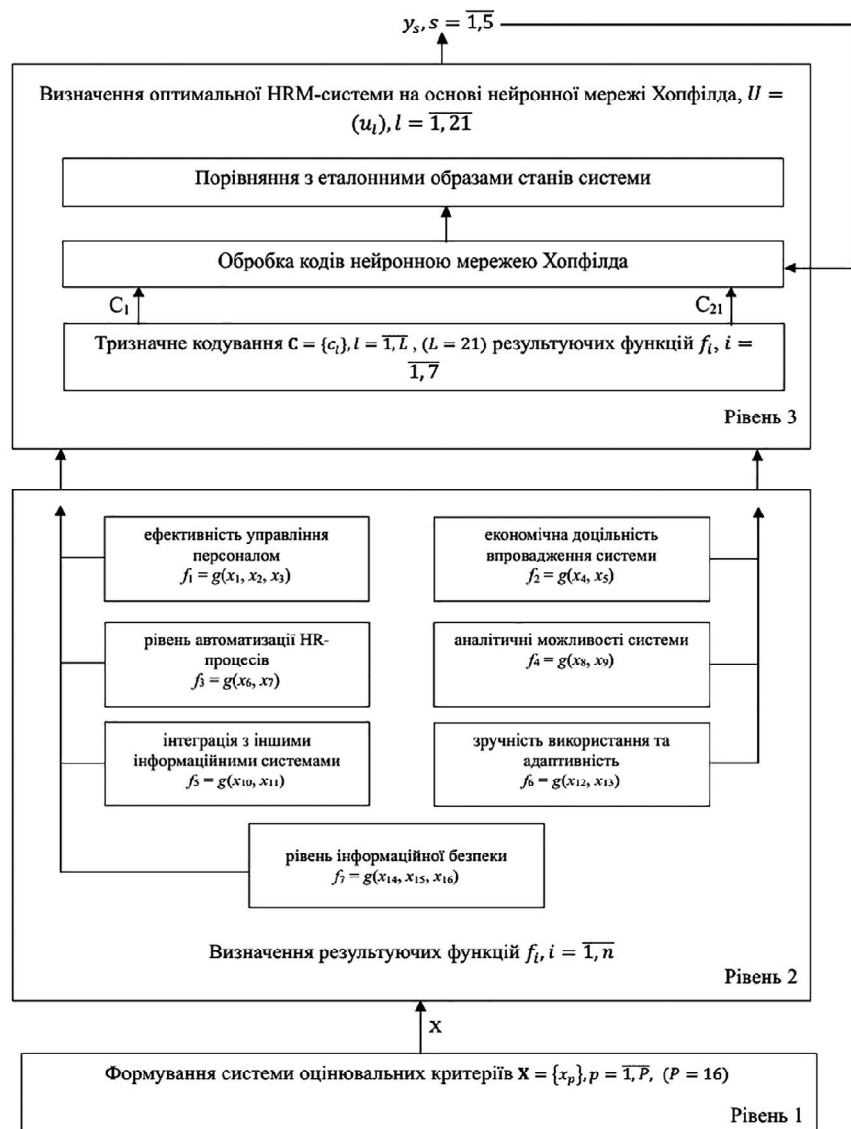


Рис. 1. Структурна модель оцінювання якості HRM-системи на основі нейронної мережі Хопфілда

Згідно рис. 1, на першому рівні формується множина X оцінювальних критеріїв, що характеризують функціональні можливості системи: рівень автоматизації HR-процесів, інтеграційні можливості, економічну доцільність її впровадження та інші характеристики. На другому рівні здійснюється формування узагальнюючих функцій, які відображають ключові аспекти ефективності використання HRM-системи. На третьому рівні отримані значення функцій кодуються у вигляді бінарних векторів та подаються на вхід нейронної мережі Хопфілда для визначення інтегрального рівня доцільності використання відповідного HRM-засобу.

Розроблена структурна модель дозволяє формалізувати процес прийняття управлінського рішення щодо вибору HRM-системи та структурувати взаємозв'язки між різними групами критеріїв оцінювання.

Використання нейронної мережі Хопфілда забезпечує можливість ідентифікації найбільш близького еталонного стану системи та визначення рівня ефективності використання аналізованого HRM-засобу на основі експертно сформованих еталонів.

Розроблення математичної моделі вибору HRM-засобу на основі нейронної мережі Хопфілда.

Специфіка задачі вибору HRM-засобу полягає у реалізації функціонала відображення множини вхідних параметрів на множину вихідних рішень. Формально цей процес можна подати у вигляді відображення

$$X \xrightarrow{f_1, \dots, f_7} C \xrightarrow{f_8} Y_s \quad F = g(f_1, f_2, \dots, f_7),$$

$$f_1 = g(x_1, x_2, x_3), f_2 = g(x_4, x_5), f_3 = g(x_6, x_7), f_4 = g(x_8, x_9), \\ f_5 = g(x_{10}, x_{11}), f_6 = g(x_{12}, x_{13}), f_7 = g(x_{14}, x_{15}, x_{16}),$$

$$Y = \{y_s\}, s = \overline{1, S}, (S = 5).$$

де $X = \{x_p\}, p = \overline{1, P}, (P = 16)$ — множина вхідних критеріїв, що характеризують функціональні, економічні й організаційні критерії вибору HRM-систем;

$C = \{c_l\}, l = \overline{1, L}, (L = 21)$ — множина кодів — вхідних параметрів для мережі Хопфілда;

$Y = \{y_s\}, s = \overline{1, S}$ — множина результуючих рішень, що визначають доцільність використання певного HRM-засобу;

$f_i, i = \overline{1, N}, (N = 7)$ — узагальнюючих функцій, що відображають основні аспекти ефективності використання HRM-засобів, зокрема: f_1 — ймовірність покращення управління персоналом засобами аналізованої HRM; f_2 — економічна доцільність впровадження HRM; f_3 — рівень автоматизації HR-процесів; f_4 — аналітичні можливості системи; f_5 — інтеграція з іншими інформаційними системами підприємства; f_6 — зручність використання та адаптивність; f_7 — рівень інформаційної безпеки.

У свою чергу, кожна з узагальнюючих функцій $f_i, i = \overline{1, 7}$, що є критеріями оцінювання ефективності HRM-систем, формується на основі множини таких вхідних критеріїв $X = \{x_p\}, p = \overline{1, P}, (P = 16)$: x_1 — підтримка процесів планування розвитку та навчання персоналу; x_2 — можливість підвищення рівня управління персоналом; x_3 — можливість моніторингу та аналізу

кадрових показників у режимі реального часу; x_4 — витрати на впровадження HRM-системи; x_5 — можливість економії адміністративних витрат; x_6 — частка автоматизованих HR-процесів; x_7 — швидкість оброблення кадрової інформації; x_8 — кількість доступних HR-аналітичних звітів; x_9 — можливість прогнозування HR-показників; x_{10} — інтеграція з ERP-системами підприємства; x_{11} — інтеграція з EDMS; x_{12} — зручність користувацького інтерфейсу; x_{13} — гнучкість налаштування системи; x_{14} — рівень захисту персональних даних; x_{15} — система контролю доступу до інформації; x_{16} — механізми резервного копіювання та відновлення даних.

Таким чином, задача полягає на основі оброблення інформації множини X вхідних критеріїв із застосуванням сформованих узагальнюючих функцій f_i визначити найбільш адекватне рішення Y_s з множини Y вихідних результатів: Y_1 — високоефективний HRM-засіб; Y_2 — ефективний HRM-засіб; Y_3 — прийнятний HRM-засіб; Y_4 — малоефективний HRM-засіб; Y_5 — недоцільний для впровадження HRM-засіб.

Оцінювання узагальнюючої функції f_8 засобами нейронної мережі Хопфілда.

Для реалізації узагальнюючої функції доцільно застосувати апарат штучних нейронних мереж, а саме, нейронну мережу Хопфілда, яка дозволить ефективно працювати з багатовимірними масивами даних та враховувати нелінійні взаємозв'язки між параметрами.

Структуру нейронної мережі Хопфілда, що використовується для вирішення задачі вибору HRM-засобу, представлено на рис. 2.

У такій мережі кожний вхідний сигнал описується вектором

$$C = (c_1, \dots, c_L)$$

де L — кількість нейронів в мережі;

$c_l, l = \overline{1, L}$ — закодоване значення узагальнюючої функції f_i ;

Елементи вектору можуть набувати лише двійкових значень $c_l \in \{-1, 1\}$, які відповідають різним оцінкам узагальнюючих функцій f_i ;

Позначимо еталонний вектор q -го рішення через

$$C_q = (c_{q1}, c_{q2}, \dots, c_{qL}),$$

де Q — кількість еталонних зразків, $q = \overline{1, Q}$.

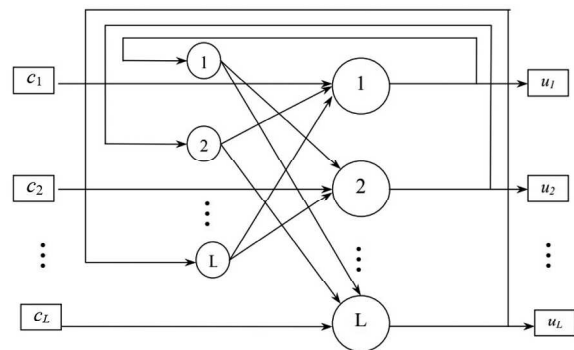


Рис. 2. Загальна структура нейронної мережі Хопфілда для вибору оптимального HRM-засобу

Таблиця 1. Перетворення значень $f_i, i = \overline{1, N}, (N = 7)$ на вхідний набір $C_l, l = \overline{1, L}, (L = 21)$ — кодів для оброблення мережею Хопфілда

Оцінка узагальнюючої функції лінгвістичним термом	Відповідне закодоване вхідне значення $C_l, l = \overline{1, 21}$ для мережі Хопфілда
Н	-1 -1 -1
НС	-1 -1 1
С	-1 1 -1
ВС	-1 1 1
В	1 1 1

Якщо мережа Хопфілда ідентифікує певний еталонний образ, то її вихідний вектор $U = (u_1, u_2, \dots, u_L)$ буде збігатися з відповідним еталонним вектором $U = C_q$, що трансформується у відповідну оцінку ефективності HRM-засобу.

Функціонування мережі базується на обчисленні вагових коефіцієнтів:

$$w_{lj} = \begin{cases} \sum_{q=1}^Q z_{lq} z_{jq}, & l \neq j \\ 0, & l = j \end{cases}$$

де w_{lj} — ваговий коефіцієнт зв'язку між l та j нейронами.

Подальше функціонування мережі здійснюється шляхом ітераційного оновлення станів нейронів:

$$S_j(t+1) = \sum_{i=1}^L w_{ij} u_i(t),$$

а нові значення виходів визначаються за допомогою порогової функції активації

$$u_j(t+1) = f(S_j(t+1)).$$

Ітераційний процес продовжується доти, доки стан мережі не стабілізується. У результаті мережа переходить до одного з еталонних станів, який відповідає найбільш доцільному рішенням щодо вибору HRM-засобу.

Отже, автори статті для формалізації процесу вибору оптимальної HRM-системи на основі мережі Хопфілда пропонують оцінювати значення узагальнюючих функцій за 5 лінгвістичними термами: Н — низьке, НС — нижче середнього, С — середнє, ВС — вище середнього, В — високе.

Оскільки, як зазначалося вище, нейронна мережа Хопфілда працює лише з комбінаціями 1 і -1, то представимо принцип кодування оцінок узагальнюючих функцій $f_i, i = \overline{1, 7}$, як вказано у табл. 1.

Запропонована мережа Хопфілда (рис. 2) співставляє образ вхідного вектору $U = (u_l), l = \overline{1, L}, L = 21$ — кількість нейронів мережі, що відповідає тризначному кодуванню $f'_i, i = \overline{1, 7}$ для оцінок семи узагальнюючих функцій f_i , з множиною еталонних зразків (табл. 2), сформованих на основі узгоджених експертних оцінок. Кожний еталонний вектор характеризує результуючу оцінку для HRM-системи — $Y_S, S = \overline{1, 5}$.

Під час функціонування мережі Хопфілда здійснюється пошук такого еталонного вектору U_S , який є найбільш подібним до поданого на її вхід вектора $C = \{c_l\}, l = \overline{1, L}$ закодованих оцінок $f'_i, i = \overline{1, 7}$ узагальнюючих функцій f_i .

Застосуємо розроблену математичну модель та метод її формалізації на прикладі оцінювання ефективності HRM "Нирта" (Україна). Для цього закодуємо розраховані значення агрегуючих функцій для цієї автоматизованої системи управління персоналом за вище викладеним підходом так:

$$f'_1 = 111, f'_2 = 11-1, f'_3 = 11-1, f'_4 = 111, f'_5 = 11-1, f'_6 = 111, f'_7 = 111.$$

Ці закодовані значення агрегуючих функцій подаються на вхід нейронної мережі Хопфілда, яка визначає вихідне рішення R_S щодо рівня ОК аналізованої HRM. Автори статті пропонують реалізувати такий процес за допомогою математичного пакету MatLab 8.0

Таблиця 2. Експертні еталонні зразки для оцінювання рівня ефективності HRM-системи

q	f'_1	f'_2	f'_3	f'_4	f'_5	f'_6	f'_7	Y_S
1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	Y_5
2	-1 -1 -1	-1 -1 1	-1 -1 -1	-1 -1 1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	-1 -1 -1	Y_5
3	-1 -1 1	-1 -1 -1	-1 -1 1	-1 -1 -1	-1 -1 1	-1 -1 -1	-1 -1 1	Y_5
4	-1 -1 1	-1 -1 1	-1 -1 1	-1 -1 1	-1 -1 1	-1 -1 1	-1 -1 1	Y_4
5	-1 1 -1	-1 -1 1	-1 1 -1	-1 -1 1	-1 1 -1	-1 -1 1	-1 1 -1	Y_4
6	-1 1 -1	-1 1 -1	-1 -1 1	-1 1 -1	-1 -1 1	-1 1 -1	-1 -1 1	Y_4
7	-1 1 -1	-1 1 -1	-1 1 1	-1 1 -1	-1 1 -1	-1 1 1	-1 1 -1	Y_3
8	-1 1 1	-1 1 -1	-1 1 1	-1 1 -1	-1 1 1	-1 1 -1	-1 1 1	Y_3
9	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	Y_3
10	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	-1 1 1	Y_2
11	-1 1 1	1 1 -1	-1 1 1	1 1 -1	-1 1 1	1 1 -1	1 1 1	Y_2
12	1 1 -1	-1 1 1	1 1 -1	-1 1 1	1 1 -1	-1 1 1	1 1 -1	Y_2
13	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	Y_1
14	1 1 1	1 1 1	1 1 -1	1 1 1	1 1 1	1 1 -1	1 1 1	Y_1
15	1 1 1	1 1 -1	1 1 1	1 1 1	1 1 -1	1 1 1	1 1 -1	Y_1

3. Heffernan M., Cafferkey K., Harney B., Townsend K., Dundon T. HRM system strength and employee well-being: the role of internal process and open systems. 2020. № 21. С. 4—8. DOI: 10.1111/1744-7941.12302. (Дата звернення 09.02.2026)

4. Garg S., Kaifeng J., Lepak D. HR practice salience: explaining variance in employee reactions to HR practices. 2020. № 15. С. 420—435. DOI: 10.1080/09585192.2020.1792533. (Дата звернення 09.02.2026).

5. Hauff S. Analytical strategies in HRM systems research: a comparative analysis and some recommendations. The International Journal of Human Resource Management. 2019. № 32. С. 1923—1952. DOI: 10.1080/09585192.2018.1547779. (Дата звернення 09.02.2026).

6. Грищенко Д. Г., Йосифчук Я. М. Формування HR-бренду компанії та його оцінювання. Економіка та суспільство. 2021. № 6. С. 26-31. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-31> (Дата звернення 06.02.2026).

7. Чупріна М. О., Жалдак Г. П. Особливості HR-менеджменту в умовах діджиталізації бізнесу. Сучасні підходи до управління підприємством. 2020. № 5. С. 107-119. URL: <http://spu.fmm.kpi.ua/article/view/204745> (Дата звернення 07.02.2026).

8. Колот А. М. Інноваційна праця та її інтелектуалізація як стратегічні вектори становлення нової економіки. Економіка і організація управління. 2018. № 1. С. 9-20. URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/5732> (Дата звернення 07.02.2026).

9. Азарова А. О., Міронова Ю. В., Шиян А. М., Ярмола О. С. Аналіз недоліків та переваг сучасних HRM-систем для оптимізації роботи підприємств. Вісник Хмельницького національного університету. 2023. № 2. С. 90-94. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2023/05/2023-316-13.pdf> (Дата звернення 16.02.2026).

10. Азарова А. О., Рибко Н. В., Тямушева В. М. Математичне моделювання людського капіталу підприємства. Сучасні підходи до соціально-економічного, інформаційного та науково-технічного розвитку суб'єктів національного господарства: монографія / за ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. Дніпро: Пороги, 2020. 520 с. С. 286—301. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/31277/Математичне%20модлювання%20ЛК%20%28моногр.%20Сучасні%20підходи%20до%20соціо-стратег.%20розвитку%2с%202020%29%2с%20Азарова%2с%20Тямушева%2с%20Рибко%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Дата звернення 17.02.2026).

References:

1. Azarova, A. O., Mironova, Y. V., Yarmola, O. S. and Poplavsky, A. V. (2023), "Justification of the selection of an optimal HRM system using mathematical modeling". Innovation and Sustainability, Vol. 1, pp. 246—257, available at: <https://ins.vntu.edu.ua/index.php/ins/article/view/173/176> (Accessed 11 February 2026).

2. Melo, P., and Machado, K. (2021), "Digital HRM Transformation Through Analytics: A Review and Bibliometric Analysis". Journal of Entrepreneurship

Education, Vol. 2, pp. 5—10, available at: https://www.abacademies.org/articles/digital-hrm-transformation-through-analytics-a-review-and-bibliometric-analysis-10133.html?utm_source=chatgpt.com (Accessed 13 February 2026).

3. Geffernan, M., Kafferki, K., Harney, B., Townsend, K. and Dandon, T. (2020), "HRM system strength and employee well-being: the role of internal process and open systems", Vol. 21, pp. 4—8. DOI: 10.1111/1744-7941.12302.

4. Garg, S., Jiang, K. and Lepak, David P. (2020), "HR practice salience: explaining variance in employee reactions to HR practices", Vol. 15, pp. 420—435. DOI: 10.1080/09585192.2020.1792533.

5. Hauff, S. (2019), "Analytical strategies in HRM systems research: a comparative analysis and some recommendations", The International Journal of Human Resource Management, Vol. 32, pp. 1923—1952. DOI: 10.1080/09585192.2018.1547779.

6. Gryshchenko, D. G. and Yosifchuk, Y. M. (2021), "Building a company's HR brand and its evaluation", Economy and Society, Vol. 6, pp. 26—31. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-31>.

7. Chuprina, M. O. and Zhaldak, G. P. (2020), "Features of HR Management in the Context of Business Digitalization", Modern Approaches to Enterprise Management, Vol. 5, pp. 107—119, available at: <http://spu.fmm.kpi.ua/article/view/204745> (Accessed 13 February 2026).

8. Kolot, A. M. (2018), "Innovative labor and its intellectualization as strategic vectors for the formation of a new economy", Economics and Management Organization, Vol. 1, pp. 9—20, available at: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/5732> (Accessed 13 February 2026).

9. Azarova, A. O., Mironova, Yu. V., Shiyan, A. M. and Yarmola, O. S. (2023), "Analysis of the shortcomings and advantages of modern HRM systems for optimizing enterprise operations", Bulletin of Khmelnytskyi National University, Vol. 2, pp. 90—94, available at: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2023/05/2023-316-13.pdf> (Accessed 13 February 2026).

10. Azarova, A. O., Rybko, N. V. and Tyamusheva, V. M. (2020), "Mathematical modeling of the human capital of an enterprise", Suchasni pidkhody do sotsial'no-ekonomichnoho, informatsijnoho ta naukovo-tekhnichnoho rozvytku subiektiv natsional'noho hospodarstva: monohrafi [Modern Approaches to the Socio-Economic, Information, and Scientific-Technical Development of National Economy Entities: Monograph], Porohy, Dnipro, Ukraine, pp. 286—301. available at: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/31277/Математичне%20модлювання%20ЛК%20%28моногр.%20Сучасні%20підходи%20до%20соціо-стратег.%20розвитку%2с%202020%29%2с%20Азаров%2с%20Тямусhev%2с%20Рибко%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Accessed 13 February 2026).

Отримано редакцією журналу / Received: 04.04.26

Професійно рецензовано / Revised: 14.04.26

Схвалено до друку / Accepted: 21.04.26