

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/three-new-mandates-for-capturing-a-digital-transformations-full-value>  
Matt, Ch., Hess, Th., and Benlian, A. "Digital Transformation Strategies". *Business & Information Systems Engineering*, vol. 57 (2015): 339-343.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>  
Marchenko, O. S. *Ekonomichna bezpeka pidpriemstva* [Economic Security of the Enterprise]. Kharkiv: Pravo, 2022.  
"Managing Risk in Digital Transformation". *Deloitte*. October 2018. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/risk/za\\_managing\\_risk\\_in\\_digital\\_transformation\\_112018.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/za/Documents/risk/za_managing_risk_in_digital_transformation_112018.pdf)  
Nguyen, T. H., Newby, M., and Macaulay, M. J. "Information Technology Adoption in Small Business: Confirmation of a Proposed Framework". *Journal of Small Business Management*, vol. 53, no. 1 (2015): 207-227.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/jsbm.12058>  
"PwC's 25<sup>th</sup> Annual Global CEO Survey: Reimagining the outcomes that matter". [https://www.pwc.com/gx/en/ceo-survey/2022/main/content/downloads/25th\\_CEO\\_Survey.pdf](https://www.pwc.com/gx/en/ceo-survey/2022/main/content/downloads/25th_CEO_Survey.pdf)  
Shkarlet, C., and Sadchykova, I. "Transformatsiia systemy finansovo-ekonomichnoi bezpeky pidpriemstva v umovakh tsyfrovoy ekonomiky" [Transformation of Enterprise Financial and Economic Security System in

Digital Economics]. *Problemy i perspektivy ekonomiky i upravlinnia*, no. 3 (2019): 264-276.  
DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2019-3\(19\)-264-276](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2019-3(19)-264-276)  
Sosnovska, O. O. *Systema ekonomichnoi bezpeky pidpriemstv zviazku* [System of Economic Security of Communication Enterprises]. Kyiv: TsUL, 2019.  
"The Future of Job Report 2020". *World Economic Forum*. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf)  
"The Global Risks Report 2023. 18<sup>th</sup> Edition". *World Economic Forum*. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf)  
Vial, G. "Understanding digital transformation: A review and a research agenda". *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28, no. 2 (2019): 118-144.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>  
Vovk, V. et al. "Financial monitoring in the bank as a market instrument in the conditions of innovative development and digitalization of economy: management and legal aspects of the risk-based approach". *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, vol. 31, no. 4 (2020): 559-570.  
DOI: <https://doi.org/10.22068/ijiepr.31.4.559>  
Yvanovich, R. "Navigating Challenges: the Worrying State of Digital Transformation for SMEs". <https://blog.trginternational.com/digital-transformation-sme-small-medium-sized-enterprises>

УДК 005.95/.96

JEL: J24; L10; L86; O15

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-91-99>

## ЦИФРОВІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В РЕАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ СТРАТЕГІЙ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ

©2023 МЕЛЬНИЧУК В. Е.

УДК 005.95/.96

JEL: J24; L10; L86; O15

### Мельничук В. Е. Цифрові компетентності людського капіталу в реалізації цифрових стратегій підприємств машинобудування

Метою дослідження є виявлення впливу цифрових компетентностей людського капіталу на формування стратегій цифровізації підприємства. У статті запропоновано розподіл цифрових компетентностей на базові, функціональні, операційні компетентності та компетентності власника. Виокремлено стратегії цифровізації підприємств, які поділяються на стратегію цифровізації бізнес-процесів, стратегію цифровізації продуктів, стратегію цифровізації підприємства та стратегію цифрового аутсорсингу. У ході дослідження було побудовано (застосувавши методологію аналізу пріоритетів) ієрархію мети, критеріїв та альтернатив формування цифрових компетентностей. Сформовано залежності цифрових компетентностей людського капіталу машинобудівних підприємств з виокремленими стратегіями цифровізації. Проведено попарне порівняння критеріїв за принципом оцінювання відносної важливості одного із критеріїв стосовно іншого за шкалою, запропонованою Т. Саати. У статті визначено показник випадкової узгодженості. На основі наведеної методики розраховано відповідні показники із застосуванням попарного порівняння, яке дозволило виявити роль кожного із критеріїв (цифрових компетентностей) у реалізації субкритеріїв (стратегій цифровізації). У статті зазначено, що наявність у власника цифрових компетентностей визначає глибину проникнення цифрових технологій у процеси виробничої та економічної діяльності. Відмічено, що результативність упровадження цифрових технологій корелює з розвитком цифрових компетентностей власника, який може виступати генератором майбутніх цифрових змін на підприємстві. Здійснено структурування пріоритетів цифрових компетентностей для кожної із стратегій для виявлення ролі кожної із груп цифрових компетентностей у реалізації стратегій цифровізації підприємств машинобудування. Визначено глобальні пріоритети стратегічних альтернатив у розвитку цифрових компетентностей працівників підприємства машинобудування. У статті ідентифіковано вимоги до видів цифрових компетентностей для кожної із стратегій та здійснено їх групування за вимогами до їх обсягу.

**Ключові слова:** людський капітал, цифрові компетентності, цифрові стратегії, машинобудівні підприємства, цифровізація.

**Рис.:** 3. **Табл.:** 7. **Формул.:** 4. **Бібл.:** 10.

**Мельничук Вікторія Едуардівна** – аспірантка, асистентка кафедра економічної кібернетики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна)

**E-mail:** [vickikitoria@gmail.com](mailto:vickikitoria@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8246-4076>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/AGR-8905-2022>

**Melnychuk V. E. Digital Competences of Human Capital in the Implementation of Digital Strategies of Machine-Building Enterprises**

The aim of the study is to identify the impact of digital competencies of human capital on the formation of enterprise digitalization strategies. The article proposes the division of digital competencies into basic, functional, operational competencies, and competencies of the owner. The strategies of digitalization of enterprises, further divided into strategy of digitalization of business processes, strategy of digitalization of products, strategy of digitalization of enterprise, and strategy of digital outsourcing, have been allocated. In the course of the study, applying the methodology for analyzing priorities, a hierarchy of goals, criteria and alternatives for the formation of digital competencies is built. The dependencies of digital competencies of human capital of machine-building enterprises have been formed with consequent separating the digitalization strategies. A pairwise comparison of criteria is carried out on the principle of assessing the relative importance of one of the criteria relative to the other according to the scale proposed by T. Saaty. The article defines an indicator of random consistency. Based on the above methodology, the corresponding indicators were computed using a pairwise comparison, thus allowing to identify the role of each of the criteria (digital competencies) in the implementation of subcriteria (digitalization strategies). The article specifies that the presence of digital competencies in the owner determines the depth of penetration of digital technologies into the processes of production and economic activity. It is noted that the effectiveness of introduction of digital technologies correlates with the development of digital competencies of the owner, who can act as a generator of future digital changes in the enterprise. A structuring of digital competence priorities for each of the strategies is carried out to identify the role of each of the group of digital competencies in the implementation of digitalization strategies of machine-building enterprises. The global priorities of strategic alternatives in the development of digital competencies of employees of a machine-building enterprise are determined. The article identifies requirements for types of digital competencies for each of the strategies and groups them according to the requirements for their scope.

**Keywords:** human capital, digital competencies, digital strategies, machine-building enterprises, digitalization.

**Fig.:** 3. **Tabl.:** 7. **Formulae:** 4. **Bibl.:** 10.

**Melnychuk Viktoriia E.** – Postgraduate Student, Assistant of the Department of Economic Cybernetics, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Beresteiskyy Ave., Kyiv, 03056, Ukraine)

**E-mail:** vickikitoria@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8246-4076>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/AGR-8905-2022>

Цифровізація формує щоденні виклики для економіки та суспільства. Зміна характеру праці породжує оновлені критерії до оцінювання людського капіталу та його відповідності викликам. Для визначення наявності компетентностей, які відповідають нинішнім вимогам суспільства, було сформовано рамку цифрових компетентностей для громадян України, проте відсутні характеристики для конкретних видів діяльності. Даний факт обумовив розподіл цифрових компетентностей на групи, які в подальшому корелюватимуть з вибором стратегії, яку підприємство обиратиме для запуску процесу цифровізації.

Прийняття рішення про вибір способу забезпечення підприємства працівниками відповідних цифрових компетентностей залежить від стратегії цифровізації, оскільки саме цифрові технології забезпечують виконання функціональних дій, спрямованих на реалізацію поставлених цілей або є продуктом власного виробництва підприємства машинобудування (цифрового сервісу). Кожна зі стратегій розвитку підприємства обумовлює і відповідні вимоги до стратегії цифровізації та цифрових компетентностей працівників.

Метою дослідження є виявлення впливу цифрових компетентностей працівників на формування стратегій цифровізації, що дозволить підвищити ефективність їх використання.

Розглядаючи літературу щодо класифікації цифрових компетентностей, нами було виокремлено: базові цифрові компетентності, до яких належать цифрові компетентності, описані в Рамці цифрових

компетентностей для громадян України [7]; функціональні, що стосуються цифровізації більше адміністративних процесів, а також операційні цифрові компетентності, якими мають володіти працівники при цифровізації продукту та виробництва. Окремо варто відмітити цифрові компетентності власника, які визначають політику підприємства.

У роботах авторів О. Овчарук [5], А. Олешко, А. Усатенко [6], які також використовували термін «цифрові компетентності», відсутні характеристики, які були б цікавими для нашого дослідження.

На основі аналізу існуючих тенденцій розвитку підприємств машинобудівної промисловості [2] узагальнено стратегії їх цифровізації, до яких віднесено:

- ✦ цифровізацію бізнес-процесів підприємства (DBP);
- ✦ цифровізацію продукту (PD);
- ✦ цифровізацію підприємства (цифрове підприємство) (DE);
- ✦ цифровий аутсорсинг (DO).

Стратегія цифровізації бізнес-процесів – це впровадження програмних продуктів з метою оптимізації бізнес-процесів підприємства. Реалізація даної стратегії базується на впровадженні ERP (Enterprise Resource Program – планування ресурсів), BPM (Business Process Management – планування процесів) та CRM (Customer Relationship Management – автоматизація даних клієнтів, відстежування тенденції продажів та маркетингових стратегій) систем.

Стратегія цифровізації продукту означає автоматизацію сукупності технологічних операцій,

пов'язаних з розробкою та виробництвом готового продукту підприємства та надання цифрового сервісу з його обслуговування. Дана стратегія реалізується на впровадженні PLM (*Product Lifecycle Management* – управління життєвим циклом продукту), MES (*Manufacturing Execution System* – управління виробництвом) і MRP (*Material Requirements Planning* – планування потреб та оперативного коригування) систем.

Стратегія цифрового аутсорсингу – це передача функцій обслуговування й адміністрування необхідного обладнання для програмного забезпечення спеціалізованим ІТ-компаніям або фахівцям.

Стратегії цифровізації та цифрові компетентності працівників мають систему прямих та обернених взаємовідносин. Так, з одного боку, кожна зі стратегій цифровізації вимагає наявності відповідних компетентностей працівників, з іншого боку – лише працівники, які володіють достатніми компетентностями, здатні продукувати стратегії цифровізації на підприємстві. Впровадження цифрових стратегій забезпечує поступовий розвиток цифрових компетентностей та зростання чисельності осіб, залучених у процеси цифрового управління операціями та функціями підприємства.

З урахуванням невеликих масштабів цифровізації на підприємствах машинобудування та відсутності офіційної статистики підтвердження цифрових компетентностей їх працівників для оцінювання впливу стратегій цифровізації на цифрові компетенції працівників застосовано результати експертного опитування керівників підприємств, які наведено в публічних і наукових виданнях [3; 8–10] і використано математичний інструментарій для їх агрегування й інтерпретації. Для реалізації поставленої задачі використано методологію аналізу ієрархій, яка дозволяє кількісно оцінити результати експертного опитування [1]. Практичне використання даного методу для прийняття рішень наведено в [4]. Спираючись на методіку, яка практично реалізована в даних публікаціях, нижче буде наведено вхідні дані для аналізу, проміжні результати та отримані пріоритети.

Вхідними даними для аналізу є формулювання мети дослідження. У контексті дослідження метод ієрархій застосовувався з метою виявлення впливу кожної зі сформованих стратегій цифровізації на формування цифрових компетентностей працівників, що дозволить підвищити ефективність його використання.

З огляду на поставлену мету критеріями формування цифрових компетентностей персоналу є:

- ✦ розвиток базових цифрових компетентностей працівників (*BDC*);
- ✦ розвиток операційних цифрових компетентностей працівників (*ODC*);
- ✦ розвиток функціональних цифрових компетентностей працівників (*FDC*);

- ✦ розвиток цифрових компетентностей власника (*OwnerDC*).

Означені критерії можуть мати різну міру реалізації при впровадженні альтернатив (субкритеріїв), якими були обрані стратегії цифровізації, а саме:

- ✦ цифровізація бізнес-процесів (*DBP*);
- ✦ цифровізація продукту (*PD*);
- ✦ цифрове підприємство (*DE*);
- ✦ цифровий аутсорсинг (*DO*).

Застосувавши методологію аналізу пріоритетів, побудовано ієрархію мети, критеріїв та альтернатив формування цифрових компетентностей. Гіпотеза такого дослідження ієрархії полягає в тому, що цифрові компетенції працівників підприємства не формуються без виробничої потреби, а вони є результатом впровадження відповідних цифрових стратегій. При цьому реалізація кожної цифрової стратегії обумовлює різну потребу в розвитку різних груп цифрових компетентностей.

Ієрархічну модель залежності цифрових стратегій та формування цифрових компетентностей працівників наведено на *рис. 1*.

Проведемо попарне порівняння критеріїв за принципом оцінювання відносної важливості одного із критеріїв стосовно іншого за шкалою, запропонованою Т. Сааті [1].

На етапі попарних порівнянь критеріїв розраховано середнє геометричне для кожного критерію:

$$G_k = \sqrt[4]{BDC^k \cdot ODC^k \cdot FDC^k \cdot OwnerDC^k},$$

- де  $G_k$  – середнє геометричне для критерію  $k$ ;  
 $BDC^k$  – критерій «Базові цифрові компетентності працівників»;  
 $ODC^k$  – критерій «Операційні цифрові компетентності працівників»;  
 $FDC^k$  – критерій «Функціональні цифрові компетентності працівників»;  
 $OwnerDC^k$  – критерій «Цифрові компетентності власника»;

$N_rVP$  – нормалізований вектор пріоритетів.

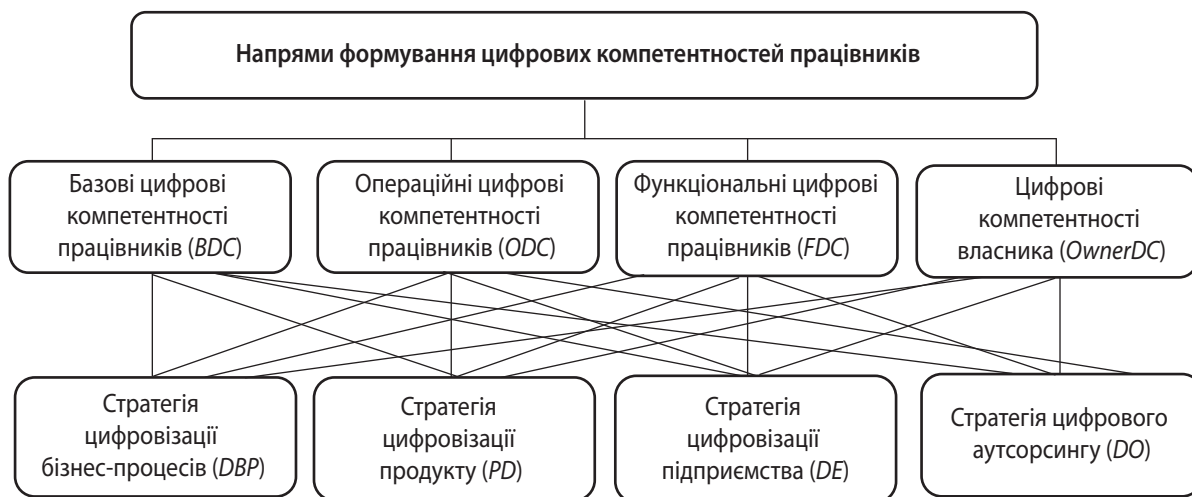
Для субкритеріїв (цифрових стратегій) розрахунок середнього геометричного проводився аналогічно згідно із загальноприйнятною формулою.

Вагу кожного критерію визначено як нормалізований вектор пріоритетів ( $N_rVP$ ) [1; 4]:

$$N_rVP = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i},$$

- де  $k_i$  –  $i$ -й критерій;  
 $n$  – кількість критеріїв.

Достовірність сформованої матриці та розрахунок нормалізованих векторів пріоритетів підтверджується відношенням узгодженості ( $C_r$ ), для розрахунку якого визначається найбільше власне число матриці ( $\lambda_{\max}$ ), індекс узгодженості ( $I_C$ ) в обернено-симетричній матриці [4].



**Рис. 1. Ієрархічна модель залежності цифрових стратегій і цифрових компетентностей персоналу**

Джерело: авторська розробка.

Власне число матриці розраховується як [4]:

$$\lambda_{\max} = \sum \text{Елементів 1-го стовпця} \times 1\text{-й компонент} \\ N_r VP + \sum \text{Елементів 2-го стовпця} \times 2\text{-й компонент} \\ N_r VP + \dots + \sum \text{Елементів } n\text{-го стовпця} \times \\ \times n\text{-й компонент } N_r VP.$$

Індекс узгодженості показує відхилення максимального власного числа від розмірності матриці [1; 4]:

$$I_C = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)},$$

де  $I_C$  – індекс узгодженості;  
 $\lambda_{\max}$  – найбільше власне число матриці,

Відношення узгодженості розраховується на співвідношенні індексу узгодженості та показника випадкової узгодженості [1; 4]:

$$C_r = \frac{I_C}{I_{RC}},$$

де  $C_r$  – відношення узгодженості;  
 $I_C$  – індекс узгодженості;  
 $I_{RC}$  – показник випадкової узгодженості.

Для визначення показника випадкової узгодженості, який визначається теоретично для випадку, коли оцінки в матриці представлені випадковим чином, і залежить тільки від розміру матриці, застосовано спеціалізовану матрицю значень (табл. 1).

На основі наведеної методики розраховуємо відповідні показники із застосуванням попарного по-

рівняння. Насамперед визначимо наведені вище показники для цифрових компетентностей працівників (табл. 2).

За результатами проведеного оцінювання виявлено, що відношення узгодженості ( $C_r$ ) менше 0,1 (10%), а отже, оцінювання важливості та розрахунок нормалізованих векторів пріоритетів є достовірним (узгодженим).

**З**астосування методу попарних порівнянь для субкритеріїв за кожним із обраних критеріїв дозволило виявити вагу кожного із субкритеріїв у реалізації критерію (табл. 3 – табл. 6).

Згідно з розрахунками, розвиток базових компетентностей персоналу має:

- ✦ найбільший пріоритет при реалізації стратегії цифровізації підприємства (32%);
- ✦ найменший пріоритет – при цифровізації бізнес-процесів (15%).

Відповідно до побудованої матриці попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Операційні цифрові компетентності працівників (ODC)» до розвитку операційних цифрових компетентностей висуваються такі вимоги (табл. 4):

- ✦ найбільші при реалізації стратегії цифровізації продукту (35%) та цифровізація підприємства (30%);
- ✦ найменші – за стратегії цифрового аутсорсингу (10%);

Таблиця 1

Показник випадкової узгодженості

Розмір матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Випадкова узгодженість	0	0	0,58	0,90	11,12	11,24	11,32	11,41	11,45	11,49

Джерело: складено на основі [1; 4].

Таблиця 2

Матриця попарних порівнянь критеріїв (цифрових компетентностей працівників) і розрахунок їх нормалізованого вектора пріоритетів ( $N_iVP$ )

	$BDC^k$	$ODC^k$	$FDC^k$	$OwnerDC^k$	$G_k$	$N_iVP$
$BDC^k$	1	2	3	3	2,05	0,43
$ODC^k$	0,50	1	3	3	1,45	0,30
$FDC^k$	0,33	0,33	1	3	0,75	0,16
$OwnerDC^k$	0,33	0,33	0,33	1	0,43	0,09
					4,71	1
$\lambda_{max}$	4,191					
$I_c$	0,063					
$C_r$	0,070					

**Примітки:**  $BDC^k$  – критерій «Базові цифрові компетентності працівників»;  $ODC^k$  – критерій «Операційні цифрові компетентності працівників»;  $FDC^k$  – критерій «Функціональні цифрові компетентності працівників»;  $OwnerDC^k$  – критерій «Цифрові компетентності власника»;  $N_iVP$  – нормалізований вектор пріоритетів;  $\lambda_{max}$  – найбільше власне число матриці;  $I_c$  – індекс узгодженості;  $C_r$  – відношення узгодженості.

**Джерело:** складено та розраховано автором.

Таблиця 3

Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Базові цифрові компетентності працівників ( $BDC$ )»

	$DBP^k$	$PD^k$	$DE^k$	$DO^k$	$G_k$	$N_iVP$
$DBP^k$	1	0,5	0,33	1	0,64	0,15
$PD^k$	2	1	1	1	1,19	0,29
$DE^k$	3	1	1	1	1,32	0,32
$DO^k$	1	1	1	1	1,00	0,24
					4,14	1,00
$\lambda_{max}$	4,11					
$I_c$	0,04					
$C_r$	0,04					

**Примітки:**  $DBP^k$  – критерій «Стратегія цифровізації бізнес-процесів»;  $PD^k$  – критерій «Стратегія цифровізації продукту»;  $DE^k$  – критерій «Стратегія цифровізації підприємства»;  $DO^k$  – критерій «Стратегія цифрового аутсорсингу»;  $N_iVP$  – нормалізований вектор пріоритетів;  $\lambda_{max}$  – найбільше власне число матриці;  $I_c$  – індекс узгодженості;  $C_r$  – відношення узгодженості.

**Джерело:** складено та розраховано автором.

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Операційні цифрові компетентності працівників ( $ODC$ )»

	$DBP^k$	$PD^k$	$DE^k$	$DO^k$	$G_k$	$N_iVP$
$DBP^k$	1	0,5	1	3	1,11	0,25
$PD^k$	2	1	1	3	1,57	0,35
$DE^k$	1	1	1	3	1,32	0,30
$DO^k$	0,33	0,33	0,33	1	0,44	0,10
					4,43	1,00
$\lambda_{max}$	4,06					
$I_c$	0,02					
$C_r$	0,02					

**Примітки:**  $DBP^k$  – критерій «Стратегія цифровізації бізнес-процесів»;  $PD^k$  – критерій «Стратегія цифровізації продукту»;  $DE^k$  – критерій «Стратегія цифровізації підприємства»;  $DO^k$  – критерій «Стратегія цифрового аутсорсингу»;  $N_iVP$  – нормалізований вектор пріоритетів;  $\lambda_{max}$  – найбільше власне число матриці;  $I_c$  – індекс узгодженості;  $C_r$  – відношення узгодженості.

**Джерело:** складено та розраховано автором.

- † середні між вищим і нижчим значеннями – для стратегії цифровізації підприємства (30%) та цифровізації бізнес-процесів (25%).

Побудуємо матрицю попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Функціональні цифрові компетентності працівників (FDC)» (табл. 5).

Близько 50% від загального впливу на розвиток функціональних цифрових компетентностей працівників має впровадження стратегії цифровізації всього підприємства (див. табл. 5). Реалізація інших трьох стратегій значно поступається в їх вимогах до наявності функціональних компетентностей працівників.

Суб'єктом впливу на впровадження процесів цифровізації на підприємстві є його власник, а наявність у нього цифрових компетентностей визначає масштаби та глибину проникнення цифрових технологій у процеси виробничої й економічної діяльності.

З іншого боку, масштаби та результативність впровадження цифрових технологій корелює з розвитком цифрових компетентностей власника, що може виступати генератором майбутніх цифрових змін на підприємстві.

Заданими оцінювання, найбільший вплив на розвиток цифрових компетентностей власника (табл. 6) має реалізація стратегії цифровізації підприємства (39%), найменший – цифровий аутсорсинг (14%).

Розрахунок підсумкових значень глобальних пріоритетів альтернатив наведено в табл. 7.

За результатами проведеного розрахунку, найбільший пріоритет (значення) для формування цифрових компетентностей працівників підприємств машинобудування має реалізація стратегії максимальної цифровізації всієї діяльності (операцій, функцій) (35%). Найнижчі вимоги до цифрових компетентностей працівників висуваються при впровадженні стратегії цифрового аутсорсингу.

Таблиця 5

Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Функціональні цифрові компетентності працівників (FDC)»

	$DBP^k$	$PD^k$	$DE^k$	$DO^k$	$G_k$	$N_rVP$
$DBP^k$	1	1	0,33	1	0,76	0,16
$PD^k$	1	1	0,33	3	1,00	0,22
$DE^k$	3	3	1	3	2,28	0,49
$DO^k$	1	0,33	0,33	1	0,58	0,12
					4,62	1,00
$\lambda_{max}$	4,13					
$I_c$	0,04					
$C_r$	0,05					

**Примітки:**  $DBP^k$  – критерій «Стратегія цифровізації бізнес-процесів»;  $PD^k$  – критерій «Стратегія цифровізації продукту»;  $DE^k$  – критерій «Стратегія цифровізації підприємства»;  $DO^k$  – критерій «Стратегія цифрового аутсорсингу»;  $N_rVP$  – нормалізований вектор пріоритетів;  $\lambda_{max}$  – найбільше власне число матриці;  $I_c$  – індекс узгодженості;  $C_r$  – відношення узгодженості.

**Джерело:** складено та розраховано автором.

Таблиця 6

Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Цифрові компетентності власника (OwnerDC)»

	$DBP^k$	$PD^k$	$DE^k$	$DO^k$	$G_k$	$N_rVP$
$DBP^k$	1	1	0,5	2	1,00	0,23
$PD^k$	1	1	0,5	2	1,00	0,23
$DE^k$	2	2	1	2	1,68	0,39
$DO^k$	0,5	0,5	0,5	1	0,59	0,14
					4,28	1,00
$\lambda_{max}$	4,06					
$I_c$	0,02					
$C_r$	0,02					

**Примітки:**  $DBP^k$  – критерій «Стратегія цифровізації бізнес-процесів»;  $PD^k$  – критерій «Стратегія цифровізації продукту»;  $DE^k$  – критерій «Стратегія цифровізації підприємства»;  $DO^k$  – критерій «Стратегія цифрового аутсорсингу»;  $N_rVP$  – нормалізований вектор пріоритетів;  $\lambda_{max}$  – найбільше власне число матриці;  $I_c$  – індекс узгодженості;  $C_r$  – відношення узгодженості

**Джерело:** складено та розраховано автором.

Розрахунок глобальних пріоритетів альтернатив

	$BDC^k$	$ODC^k$	$FDC^k$	$OwnerDC^k$	$Prior$
	0,43	0,30	0,16	0,09	
$DBP^k$	0,15	0,25	0,16	0,23	0,19
$PD^k$	0,29	0,35	0,22	0,23	0,29
$DE^k$	0,32	0,30	0,49	0,39	0,35
$DO^k$	0,24	0,10	0,12	0,14	0,17
	0,04	0,02	0,04	0,02	1,00
$I_c$					0,03
$C_r$					0,03

**Примітки:**  $Prior$  – підсумковий коефіцієнт значущості;  $DBP^k$  – критерій «Стратегія цифровізації бізнес-процесів»;  $PD^k$  – критерій «Стратегія цифровізації продукту»;  $DE^k$  – критерій «Стратегія цифровізації підприємства»;  $DO^k$  – критерій «Стратегія цифрового аутсорсингу»;  $BDC^k$  – критерій «Базові цифрові компетентності працівників»;  $ODC^k$  – критерій «Операційні цифрові компетентності працівників»;  $FDC^k$  – критерій «Функціональні цифрові компетентності працівників»;  $OwnerDC^k$  – критерій «Цифрові компетентності власника»;  $I_c$  – індекс узгодженості;  $C_r$  – відношення узгодженості.

**Джерело:** складено та розраховано автором.

Порівняння глобальних пріоритетів стратегічних альтернатив дозволяє візуалізувати рівень їх впливу на підвищення цифрових компетентностей працівників підприємства машинобудування (рис. 2). За даними рис. 2 можна зробити висновок про те, що цифрові компетентності працівників підприємств машинобудування формуються для реалізації його цифрової стратегії. Чим більше проникнення цифровізації в процеси діяльності підприємства, тим вищим має бути рівень цифрових компетентностей.

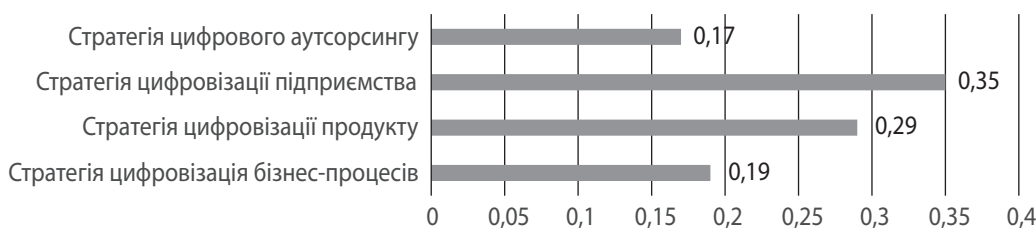
Групування пріоритетів цифрових стратегій за кожною зі сформованих груп цифрових компетентностей дозволяє також оцінити важливість кожної із груп для відповідної цифрової стратегії. Так, виявлено, що реалізація цифрової стратегії підприємства базується на наявності цифрових компетентностей у функціональних управлінців (начальників відділів, служб, департаментів) та цифрової компетентності власника підприємства.

У стратегії цифровізації продукту найпріоритетнішими є операційні та базові компетенції виконавців робіт, процесів, пов'язаних з виробництвом продукту.

Результати наведеного дослідження виявили тісний взаємозв'язок між необхідними цифровими компетенціями різних груп персоналу машинобудівного підприємства та цифровими стратегіями. Кожна із цифрових стратегій реалізується лише за умови наявності персоналу, здатного до її впровадження. Чим більші масштаби та глибина проникнення цифрових технологій у діяльність підприємства, тим вищими цифровими компетенціями має володіти його персонал.

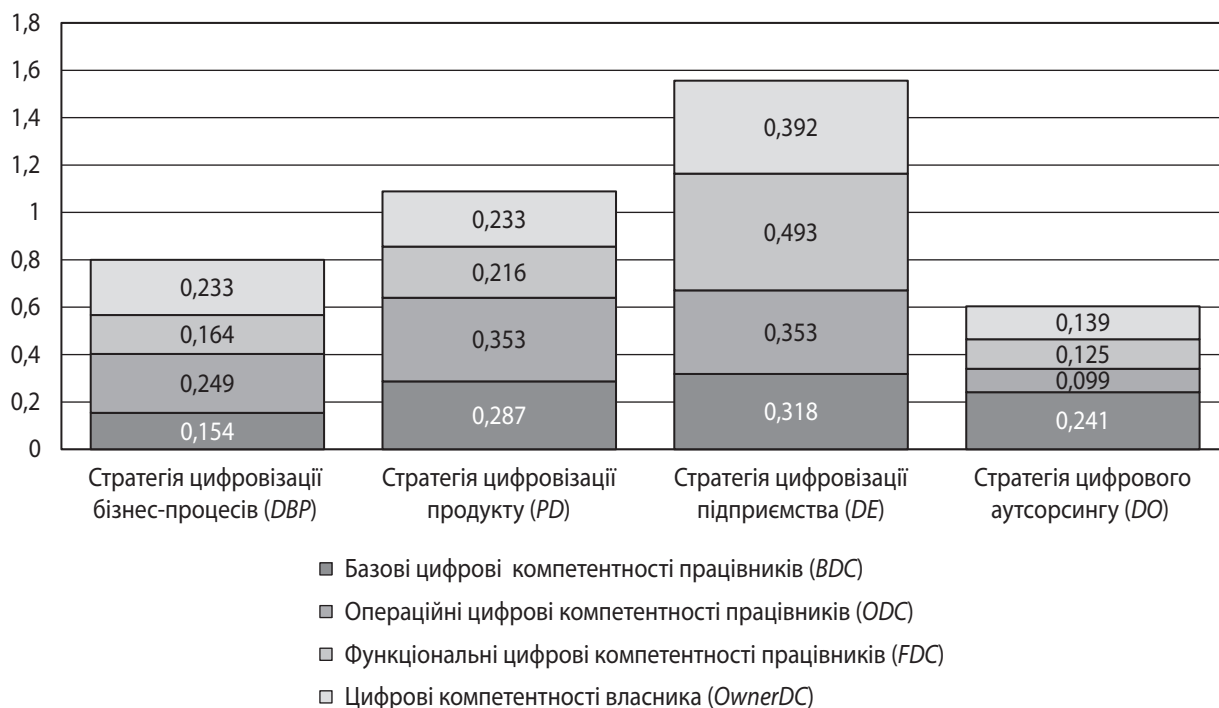
Для виявлення ролі кожної із групи цифрових компетентностей у реалізації стратегій цифровізації підприємств машинобудування здійснено структурування пріоритетів цифрових компетентностей для кожної зі стратегій. У результаті ідентифіковано вимоги до видів цифрових компетентностей для кожної зі стратегій та здійснено їх групування за вимогами до їх обсягу (рис. 3).

Згідно з отриманими даними кожна з цифрових стратегій потребує певного набору цифрових компетенцій, що має різний визначений вплив. Зокрема, для реалізації стратегії цифровізації підприємства вплив кожної з груп цифрових компетентностей є доволі вагомий, а от при стратегії цифрового аутсорсингу компетентності працівників підприємства – не



**Рис. 2.** Глобальні пріоритети ( $Prior$ ) стратегічних альтернатив у розвитку цифрових компетентностей працівників підприємства машинобудування

**Джерело:** розраховано та складено автором.



**Рис. 3. Вплив цифрових компетентностей працівників підприємства машинобудування на реалізацію цифрових стратегій**

Джерело: розраховано та складено автором.

такі важливі. Варто зазначити, що стратегія цифрового аутсорсингу – це проміжний етап до переходу на наступну стратегію, і вона може бути застосована, коли працівники підприємства та його власник ще не набули достатніх цифрових компетентностей для врегулювання цифрових технологій на підприємстві.

### ВИСНОВКИ

Визначення цифрових стратегій на підприємстві на пряму залежить від наявності цифрових компетентностей у працівників і власника. Водночас, кожній цифровій стратегії притаманний власний набір знань і умінь в цифровому середовищі. За результатами проведеного дослідження можна зазначити, що найменший вплив наявності цифрових компетентностей людського капіталу на реалізацію цифрових стратегій має цифровий аутсорсинг, тоді як найбільший вплив здійснюватиметься на стратегію цифровізації підприємства. ■

### БІБЛІОГРАФІЯ

- Saaty T. L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*. 1990. Vol. 48. Iss. 1. P. 9–26. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
- Seutter S. Intelligente digitale Ökosysteme in der Fertigungsindustrie. Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/de-de/industry/blog/manufacturing/2019/12/05/intelligente-digitale-okosysteme-in-der-fertigungsindustrie/>

- Присяжна Л. Майже третина бізнесу скаржиться на проблеми з пошуком персоналу – опитування. Ліга Закон. 16.05.2023. URL: [https://biz.ligazakon.net/news/219574\\_mayzhe-tretina-bznesu-skarzhitsya-na-problemi-z-poshukom-personalu---opituvannya](https://biz.ligazakon.net/news/219574_mayzhe-tretina-bznesu-skarzhitsya-na-problemi-z-poshukom-personalu---opituvannya)
- Марченко В. М., Шутюк В. В. Логістика : підручник. Київ : Артєк, 2018. 312 с.
- Овчарук О. В. Європейська стратегія визначення рівня компетентності у галузі цифрових технологій: рамка цифрової компетентності для громадян. *Освітній вимір*. 2020. Т. 3. С. 25–36. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.v55i0.4381>
- Олешко А. А., Усатенко А. О. Формування та розвиток цифрової компетентності персоналу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2019. № 23. С. 16–19. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/23\\_2019/5.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/23_2019/5.pdf)
- Опис рамки цифрової компетентності для громадян України. DigCompUA for Citizens 2.1 / Міністерство цифрової трансформації. 2021. 56 с. URL: [https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news\\_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/OP%20ЦК.pdf](https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/OP%20ЦК.pdf)
- Федак М. Індустрія 4.0 в машинобудуванні. Стан в Україні та перспективи розвитку: аналітичний звіт. Індустрія 4.0 в Україні: веб-сайт. URL: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/10/18/аналітичний-звіт-індустрія-4-0-в-машино/>
- Цифрова компетентність. Які навички слід розвивати під час пандемії? EU4Digital. 10.06.2021. URL: <https://eufordigital.eu/uk/digital-competence-what-skills-do-you-need-to-develop-during-the-pandemic/>
- Лієріс В. Цифровий розкол в керівництві: як конфлікт поколінь гальмує впровадження нових технологій. *Економічна правда*. 10.06.2020. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/06/10/661587/>



**Науковий керівник – Бояринова К. О.**, доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри економічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

## REFERENCES

- Fedak, M. "Industriia 4.0 v mashynobuduvanni. Stan v Ukraini ta perspektyvy rozvytku: analitychnyi zvit" [Industry 4.0 in Mechanical Engineering. The Situation in Ukraine and Prospects for Development: An Analytical Report]. Industriia 4.0. v Ukraini: veb-sait. <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2018/10/18/аналітичний-звіт-індустрія-4-0-в-машино/>
- Liiehis, V. "Tsyfrovyyi rozkol v kerivnytstvi: yak konflikt pokolin halmuie vprovadzhennia novykh tekhnolohii" [The Digital Divide in Leadership: How Generational Conflict Is Inhibiting the Adoption of New Technologies]. *Ekonomichna pravda*. June 10, 2020. <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/06/10/661587/>
- Marchenko, V. M., and Shutiuk, V. V. *Lohistyka* [Logistics]. Kyiv: Artek, 2018.
- "Opys ramky tsyfrovoy kompetentnosti dlia hromadian Ukrainy. DigCompUA for Citizens 2.1" [Description of the framework of digital competence for citizens of Ukraine. DigComp UA for Citizens 2.1]. Ministerstvo tsyfrovoy transformatsii. 2021. [https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news\\_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoy-kompetentnosti-dlya-gromadyan/OP%20ЦК.pdf](https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoy-kompetentnosti-dlya-gromadyan/OP%20ЦК.pdf)
- Oleshko, A. A., and Usatenko, A. O. "Formuvannia ta rozvytok tsyfrovoy kompetentnosti personalu" [Formation and Development of Digital Competence of Staff]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 23 (2019): 16-19. [http://www.investplan.com.ua/pdf/23\\_2019/5.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/23_2019/5.pdf)
- Ovcharuk, O. V. "Yevropeiska stratehiia vyznachennia rivnia kompetentnosti u haluzi tsyfrovyykh tekhnolohii: ramka tsyfrovoy kompetentnosti dlia hromadian" [European Strategy for Determining the Level of Competence in the Field of Digital Technologies: a Framework for Digital Competence for Citizens]. *Osvitnii vymir*, vol. 3 (2020): 25-36. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.v55i0.4381>
- Prysiashna, L. "Maizhe tretyna biznesu skarzhytsia na problemy z poshukom personalu – opytuvannia" [Almost a Third of Businesses Complain about Problems with Finding Staff - Survey]. *Liha Zakon*. May 16, 2023. [https://biz.ligazakon.net/news/219574\\_mayzhe-tretyna-bznesu-skarzhitsya-na-problemi-z-poshukom-personalu---opituvannya](https://biz.ligazakon.net/news/219574_mayzhe-tretyna-bznesu-skarzhitsya-na-problemi-z-poshukom-personalu---opituvannya)
- Saaty, T. L. "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process". *European Journal of Operational Research*, vol. 48, no. 1 (1990): 9-26. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- Seutter, S. "Intelligente digitale Okosysteme in der Fertigungsindustrie". *Microsoft*. <https://www.microsoft.com/de-de/industry/blog/manufacturing/2019/12/05/intelligente-digitale-okosysteme-in-der-fertigungsindustrie/>
- "Tsyfrova kompetentnist. Yaki navychky slid rozvyvaty pid chas pandemii?" [Digital Competence. What Skills Should Be Developed during the Pandemic?]. *EU4Digital*. June 10, 2021. <https://eufordigital.eu/uk/digital-competence-what-skills-do-you-need-to-develop-during-the-pandemic/>