

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МЕЛЬНИЧУК ВІКТОРІЯ ЕДУАРДІВНА

УДК 331.101.5:004]:[658:621]](043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

**РОЗВИТОК ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ
МАШИНОБУДУВАННЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ**

051 «Економіка»

05 «Соціальні та поведінкові науки»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В.Е. Мельничук

Науковий керівник Бояринова Катерина Олександрівна,
доктор економічних наук, професор

Київ 2023

АНОТАЦІЯ

Мельничук В. Е. Розвиток людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка». – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2023.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими темами, висвітлено мету, завдання, предмет, об'єкт і методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача та апробацію результатів.

Дисертаційну роботу присвячено поглибленню теоретичних положень, розробленню науково-методичних та практичних рекомендацій щодо розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки як провідного продуктивного ресурсу з іманентними властивостями забезпечення їх економічного зростання та підвищення функціональності в цифровому економічному середовищі.

У першому розділі розглянуто сутнісно-змістовну еволюцію та генезу теорії людського капіталу, закономірності його розвитку від парадигми індустріалізації до цифровізації, сформовано концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки. З'ясовано, що людський капітал став вважатись джерелом прогресу і продуктивності, рушієм розвитку підприємств у процесах діджиталізації. Уточнено трактування людського капіталу як продуктивного і швидкоадаптивного до соціальних, економічних змін та цифрових трансформацій ресурсу економічної системи з іманентними властивостями, сформованого завдяки накопиченню досвіду, знань, компетентностей і здатностей, виражених у доданій вартості. Доповнено складові

людського капіталу цифровою комунікацією, інформаційною грамотністю та безпекою в Інтернет-просторі та його характеристики з позиції працівників (здатність освоєння нових професій, праця у віддаленому режимі) та власників (забезпечення навчання і перекваліфікації персоналу, роботизація і налагодження виробничих процесів у віддаленому режимі).

Обґрунтовано та сформовано композицію закономірностей розвитку людського капіталу від індустріалізації, інформатизації до формування цифрового суспільства та віртуального середовища, які визначено як роль людського капіталу в економіці, зміни характеру праці, технологій, віртуалізація економічних процесів. З'ясовано, що Індустрія 5.0 визначає продуктивність людського капіталу через використання саме цифрових технологій. Визначено переваги та ризики, що супроводжують періодизацію трансформації закономірностей.

Запропоновано концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств на засадах синхронізації його цифрових трансформацій з виробничо-економічними системами. У положеннях консолідовано: мету як розвиток людського капіталу промислових підприємств невідривно від процесів цифровізації економіки; цілі, теоретичний базис, концепти (збалансованості розвитку цифрових компетентностей працівників та власників, використання унікальних іманентних властивостей людського капіталу в процесах цифровізації, узгодженість інвестицій у розвиток людського капіталу та цифровізації техніко-технологічної бази, синхронізації розвитку цифрових компетентностей людського капіталу з стратегіями цифровізації підприємств); принципи (прогресивності, комплексності, адаптивності, проактивності, перспективності, економічності), методичний інструментарій, шляхи практичної імплементації та їх результати. До унікальних іманентних властивостей людського капіталу віднесено ефекти, спричинені цифровими компетентностями – колективною цифровою компетентністю (базові компетентності), цифровою функціональністю (функціональні), цифровою унікальністю (операційні), впливом власника.

У другому розділі проаналізовано стан та передумови розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі, засвідчено середній рівень цифровізації економіки згідно з міжнародними показниками та низьким рівнем забезпеченості підприємств інформаційно-комунікаційними технологіями і фахівцями з цифровими навичками.

Визначено вартість людського капіталу підприємств машинобудування на основі запропонованого методу з використанням моделі АК (Р. Лукаса) на мікроекономічному рівні. Виявлено його економічну значущість шляхом визначення кореляційного зв'язку з продуктивністю праці, валовим прибутком та доходом від використання, що засвідчили недооціненість людського капіталу та неефективність його використання.

Удосконалено методичні положення причинно-наслідкового аналізу умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування під впливом цифровізації, які полягають у відборі економічних показників за параметрами умов та результатів, у застосуванні методу таксономічного аналізу для визначення індексів причин і наслідків, їх порівняння з метою встановлення типу економічної поведінки підприємств машинобудування і обрання економічних дій з покращення цифрового розвитку людського капіталу та цифрових компетентностей. Показниками умов забезпечення результативності людського капіталу обрано частку оплати праці в чистому доході, середньомісячну оплату праці, фондоозброєність, інвестиції на одну особу, рівень плинності кадрів, результативності використання людського капіталу – продуктивність праці, валовий прибуток на одну особу, додану вартість людського капіталу, співвідношення темпу зростання валового прибутку та темпу зростання собівартості, співвідношення темпу зростання продуктивності праці та темпу зростання фонду оплати праці. Виявлено, що ряд підприємств машинобудування зорієнтовані на економічний результат згідно з нижчим індексом умов забезпечення результативності від індексу результативності використання людського капіталу.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи удосконалено механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації, який враховує чинники впливу цифровізації економіки організаційного та економічного спрямування, базується на принципах розвитку, інтегрує заходи з розвитку людського капіталу та його економічне забезпечення з реалізацією комплексу стратегій цифровізації виробничо-економічної системи. Запропоновано заходи з розвитку людського капіталу розробленого механізму: формування цифрових компетентностей працівників і власників; залучення фахівців і аутстафінг для передавання досвіду роботи з цифровими технологіями; створення і використання корпоративного університету як інструменту цифрової освіти із залученням цифрових платформ та симуляторів; оновлення матеріальних і нематеріальних активів згідно з цілями цифровізації; розвиток і адаптація людського капіталу відповідно до стратегій цифровізації виробничо-економічної системи; застосування комплексу цифрових компетентностей з відповідним ефектом у реалізації стратегій цифровізації. Сформовано навчальні імперативи корпоративного університету, що базуються на цифрових інструментах, програмному забезпеченні та VR/AR симуляторах. Аргументовано інструментарій реалізації механізму у формі технологій Індустрії 4.0 та 5.0, методів проактивного розвитку, рамок цифрових компетентностей, дорожніх карт упровадження стратегій з інтеграцією розвитку людського капіталу. Визначено комплекс стратегій цифровізації підприємств машинобудування, що включає стратегії цифрового аутсорсингу, цифровізації бізнес-процесів, продукту та підприємства.

Обґрунтовано методичний підхід до верифікації цифрових компетентностей людського капіталу відповідно до стратегій цифровізації підприємств машинобудування, який передбачає формування набору компетентностей шляхом визначення їх збалансованого складу за ефектами від базових, функціональних, операційних цифрових компетентностей та компетентностей власника на основі застосування методу аналізу ієрархій Т. Сааті та розрахунку індексу цифрової компетентності. Верифіковано цифрові компетентності людського капіталу та сформовано рамки цифрових компетентностей для працівників і власників, що

забезпечить упровадження і реалізацію стратегій цифровізації бізнес-процесів, продукту підприємства і цифрового аутсорсингу.

Запропоновано та апробовано метод обрання провідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу шляхом прогностичного моделювання економічних ефектів для підприємств машинобудування. Визначено серед аргументованих економічних важелів (коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями, забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації, інвестування у цифровий розвиток людського капіталу) ключові у забезпеченні розвитку людського капіталу, які впливають на зміну його вартості, що, як наслідок, має позитивний ефект у зростанні чистого доходу підприємства. З'ясовано, що фондоозброєність не завжди є ефективним важелем, підприємства машинобудування потребують коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями та залученням інвестицій для цифрового розвитку людського капіталу.

Практичне значення результатів дослідження полягає у прикладному застосуванні на підприємствах машинобудування розроблених науково-методичних положень та практичних рекомендацій щодо розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки, які використані в діяльності ПрАТ «Вентиляційні системи», АТ «Елміз» та навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Ключові слова: розвиток, людський капітал, цифровізація, цифрова трансформація, цифровізація економіки, підприємства машинобудування.

ABSTRACT

Melnychuk V. E. - Development of human capital of machine-building enterprises in the conditions of digitalization of economics. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the degree of Doctor of Philosophy in specialty 051 "Economics". - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"; National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 2023.

The *introduction* reveals the relevance of the dissertation work, its connection with scientific topics, formulates the goal, task, subject, object and methods of research, exposes the scientific novelty and practical significance of the obtained results, contains the personal contribution of the applicant and approval of the dissertation results.

The dissertation is devoted to the deepening of theoretical, development of scientific and methodological provisions and practical recommendations for solving the scientific and practical task of developing the human capital of machine-building enterprises in the conditions of the economy as a digital leading productive resource with immanent properties of ensuring their economic growth and increasing functionality in a digital economic environment.

The *first chapter* examines the substantive evolution and genesis of the theory of human capital and the patterns of its development from the paradigm of industrialization to digitalization. Conceptual provisions for the development of human capital of industrial enterprises in the conditions of digitalization of the economy are formed. It was found that with the development of theoretical provisions, human capital came to be considered a source of progress and productivity, a driving force for the development of enterprises in the processes of digitalization. The interpretation of human capital as a productive and rapidly adaptive to social, economic changes and digital transformations resource of the economic system with immanent properties, formed thanks to the accumulation of experience, knowledge, competencies and abilities, expressed in added value, has been clarified. The components of human capital have been supplemented with

digital communication, information literacy and security in the Internet space, and its characteristics from the position of employees (ability to master new professions, work in remote mode) and owners (providing training and retraining of personnel, robotics and adjustment of production processes in remote mode).

The composition of the development patterns of human capital from industrialization, informatization to the formation of a digital society and virtual environment, which are defined as the role of human capital in the economy, changes in the nature of work, technologies, virtualization of economic processes, is substantiated and formed. It was found that Industry 5.0 determines the productivity of human capital through the use of digital technologies. The advantages and risks accompanying the periodization of the transformation of regularities are determined.

Conceptual provisions for the development of human capital of industrial enterprises based on the synchronization of digital transformations with production and economic systems are proposed. The provisions consolidate: the goal as the development of human capital of industrial enterprises is inseparable from the processes of digitalization of the economy, goals, theoretical basis, concepts (balanced development of digital competences of employees and owners, use of unique immanent properties of human capital in the processes of digitalization, consistency of investments in the development of human capital and digitalization technical and technological base, synchronization of the development of digital competencies of human capital with digitalization strategies of enterprises), principles (progressivity, complexity, adaptability, proactivity, perspective, economy), methodical tools, ways of practical implementation and their results. Among the unique immanent properties of human capital are the effects caused by digital competencies - collective digital competence (basic competencies), digital functionality (functional), digital uniqueness (operational), and owner influence.

In the *second chapter*, the state and prerequisites for the development of human capital of engineering enterprises in a digital economic environment are analyzed. The average level of digitization of the economy according to international indicators and the low level of provision of enterprises with information and communication technologies

and specialists with digital skills are proven.

The value of human capital of machine-building enterprises was determined based on the proposed method using the AK model (R. Lucas) at the microeconomic level. Its economic significance was revealed by determining the correlation with labour productivity, gross profit and income from use, which proved the underestimation of human capital and the inefficiency of its use.

The methodological provisions of the cause-and-effect analysis of the conditions and results of the use of human capital by machine-building enterprises under the influence of digitalization have been improved, which consists of the selection of economic indicators according to the parameters of conditions and results, the application of the taxonomic analysis method to determine the indices of causes and effects, their comparison to establish the type of economic behavior machine-building enterprises and determining economic actions to improve the digital development of human capital and digital competences. The indicators of the conditions for ensuring the effectiveness of human capital were chosen as the share of wages in net income, average monthly wages, assets, investments per person, the level of staff turnover. The indicators of the effectiveness of the use of human capital are labour productivity, gross profit per person, the added value of human capital, the rate ratio gross profit growth and cost growth rate, ratio of labour productivity growth rate and wage growth rate. It was revealed that the machine-building enterprises belong to the economic result-oriented ones according to the lower index of the conditions for ensuring effectiveness than the index of the effectiveness of the use of human capital.

In the *third chapter* of the dissertation, the mechanism for the proactive development of human capital of machine-building enterprises based on digitalization is improved. It takes into account the factors influencing the digitalization of the economy of organizational and economic direction, is based on the principles of development, integrating measures for the development of human capital and its economic support with the implementation of a complex of industrial digitalization strategies economic system. Measures for the development of human capital of the proposed mechanism are the formation of digital competencies of employees and owners, the involvement of

specialists and outstaffing personnel for the transfer of experience in working with digital technologies; creation and use of a corporate university as a digital education tool using digital platforms and digital simulators; updating tangible and intangible assets for digitalization; the development and adaptation of human capital by the strategies of digitalization of the production and economic system, the application of a set of digital competencies with the corresponding effect in the implementation of digitalization strategies. Formed educational imperatives of a corporate university based on digital tools, software and VR/AR simulators. The toolkit for the implementation of the mechanism in the form of Industry 4.0 and 5.0 technologies, proactive development methods, digital competence frameworks, roadmaps for the implementation of strategies with the integration of human capital development is argued. A set of strategies for the digitization of machine-building enterprises has been defined, which includes strategies for digital outsourcing, and digitalization of business processes, products and enterprises.

A methodical approach to the verification of digital competencies of human capital according to the digitalization strategies of machine-building enterprises is substantiated. It involves the formation of a set of competencies by determining their balanced composition according to the significance of the effects of basic, functional, operational digital competencies and the competencies of the owner based on the application of the method of analysis of hierarchies by T. Saati and calculation of the index of digital digital competences. The digital competencies of human capital have been verified and the framework of digital competencies for employees and owners has been formed, which will ensure the implementation and implementation of strategies for digitalization of business processes, enterprise products and digital outsourcing.

The method of choosing the leading lever of economic support for the development of human capital by prognostic modeling of economic effects for machine-building enterprises is proposed and tested. Among the well-argued economic levers (adjustment of wages according to digital competencies, ensuring fund armament through digitalization, investing in the digital development of human capital) are identified as key in ensuring the development of human capital, which affects the change in its value, which, as a result, has a positive effect on the growth of net enterprise income. It has

been found that capitalization is not always an effective lever, machine-building enterprises need to adjust wages according to digital competencies and attract investments for the digital development of human capital.

The practical significance of the research results is in the practical application of the developed scientific and methodological provisions and practical recommendations for the development of human capital in the conditions of digitalization of the economics at machine-building enterprises, which are used at PJSC "Ventilation Systems", JSC "Elmiz" and educational process of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute".

Keywords: development, human capital, digitalization, digital transformation, digitalization of the economy, machine-building enterprises.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1.1 Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Melnychuk, V., Roshchina, N.& Bordanova, L. (2018). Features of the process of industrialization in the modern stage of economic relations *Economic Bulletin of National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute"*, 15. <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/135913>. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.15.2018135913>
Особистий внесок автора: досліджено стратегію неоіндустріалізації розвинутих країн світу, виявлено вплив якості персоналу на зміну стратегічної спрямованості промислових підприємств.
2. Melnychuk, V. (2019). Transformation of the role of human capital in terms of information economy. *Economic Bulletin of National technical university of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute*”, 16. <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/181356>. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.16.2019.181356>
3. Melnychuk, V., Pavloshchuk, O. & Roshchyna, N. (2019). Transformation of the process of hiring employees under the influence of Information Technologies. *Mechanism of regulation of economics*, 3, 49-57. https://mer.fem.sumdu.edu.ua/content/articles/issue_42/Olga_O_Pavloshchuk_Viktoriia_E_Melnichuk_Nadiia_V_RoshchynaTransformation_of_the_Process_of_Hiring_Employees_Under_the_In.pdf. DOI: <https://doi.org/10.212272/mer.2019.85.05>.
Особистий внесок автора: проаналізовано сучасний процес найму працівників під впливом новітніх технологій, враховуючи загрози та можливості їх впровадження на підприємствах України.
4. Melnychuk, V. & Boiarynova, K. (2022). Formation of digital competencies of human capital of machine-building enterprises. *Management*, 2(36): 34–45. <https://menagement.knutd.edu.ua/wp-content/uploads/sites/10/2023/08/3-2-36-2022-mng.pdf> DOI: <https://doi.org/10.30857/2415-3206.2022.2.3>. *Особистий внесок автора: розроблено внутрішньокорпоративні рамки функціональних та операційних*

цифрових компетентностей людського капіталу необхідних для впровадження стратегій цифровізації на підприємствах машинобудування.

5. Мельничук, В.Е. & Бояринова, К.О. (2023а). Цифровізація розвитку людського капіталу. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського»*, 25. <https://ev.fmm.kpi.ua/article/view/278414>. DOI: <https://doi.org/10.32782/2307-5651.25.2023.3>
Особистий внесок автора: проаналізовано розвиток людського капіталу в умовах цифровізації, окреслено перспективи подальшого поглиблення цифрових трансформацій на підприємствах, оцінено готовність законодавчої бази та правових регуляторів до змін.

6. Мельничук, В.Е. (2023б). Діагностика умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування за наслідками цифровізації. *Журнал стратегічних економічних досліджень*, 3(14), 46-57. <https://econ-vistnyk.knutd.edu.ua/wp-content/uploads/sites/17/2023/08/3-2023-5.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2023.3.5>

7. Мельничук, В.Е. & Бояринова, К.О. (2023б). Формування механізму розвитку людського капіталу машинобудівних підприємств на засадах цифровізації. *Економічний аналіз*, 33(2), 175-184. <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/5716/6565657241>. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.02.175>. Особистий внесок автора: розроблено механізм розвитку людського капіталу, який враховує особливості функціонування підприємств машинобудування, обґрунтовано результативність його впровадження, визначено стратегії цифровізації, на які має бути спрямований розвиток людського капіталу підприємств.

8. Мельничук, В.Е. (2023в). Цифрові компетентності людського капіталу в реалізації цифрових стратегій підприємств машинобудування. *Бізнес-інформ*, 7, 91-99. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-91-9>

9. Chernousova, Z. & Melnychuk, V. (2023). Analytics of the human capital of industrial enterprises in conditions of digitalization of economics. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (72), 33-39. <https://journals.uran.ua/tarp/article/view/286625>. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286625>.

Особистий внесок автора: запропоновано метод визначення вартості людського капіталу, розраховано людський капітал у вартісному вимірі за даними підприємств.

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017а). Сучасні орієнтири упровадження проактивної поведінки. *Соціально-трудова сфера: сучасний стан, проблеми та стратегічні напрями розвитку* : тези доп. міжнар. наук.-практ. інт.конф. (с.145-147). м.Київ. <http://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/22986/144-146.pdf?sequence=1&isAllowed=y> *Особистий внесок автора: обґрунтовано можливості проактивної поведінки.*

2. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017б). Теорія економічних механізмів як засіб зворотного проектування. *Моделювання та прогнозування економічних процесів*: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (с. 60-61). м. Київ. <https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/06/mperp2017.pdf>. *Особистий внесок автора: проаналізовано можливості використання економічного механізму як засобу зворотного проектування.*

3. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017в). Кооперативний сектор як основа соціально-орієнтованої економіки. *Модернізація економіки в умовах зростання суспільної свідомості: туризм, людиномірність, партнерство, кооперація*: тези доп. всеукр. наук.-практ. інт. конф. (с.482-484). м. Полтава. <http://www.tourism.puet.edu.ua/files/proceedings141217.pdf#page=483> *Особистий внесок автора: проаналізовано основні засади соціально-орієнтованої економіки.*

4. Мельничук, В.Е. (2017). Імплементация аутсорсингу як елементу технологічної модернізації ІТ-галузі України. *Наука та освіта в умовах трансформації суспільства*: тези доп. всеукр. конф. студ., асп. та мол. вч. (с.62-63). м.Київ.

5. Мельничук, В.Е. & Борданова Л.С. (2019). Особливості людського капіталу у векторі економіки знань. *Актуальні проблеми економіки та управління в умовах системної кризи*: тези доп. міжн. наук.-практ. інт. конф. (с.362-364). м. Львів.

https://aprostir.org.ua/wp-content/uploads/2019/11/Zbirnyk_conf_LI-MAUP_27.11.2019.pdf#page=362. *Особистий внесок автора: сформульовано особливості розвитку людського капіталу в сучасних умовах економіки знань.*

6. Мельничук, В. & Гирявець, Д. (2019) Реактивний і проактивний стиль керування персоналом. *Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (с.91-92).* м. Київ. https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/06/global_2019_1.pdf *Особистий внесок автора: сформульовано визначення поняття проактивності та проактивного управління персоналом, визначено відмінності від реактивного стилю управління.*

7. Мельничук, В.Е. (2022а). Еволюція ролі людського капіталу в сучасних умовах. *Моделювання та прогнозування економічних процесів: зб. тез доп. XVI Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. (с.128).* м. Київ. <https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/12/mpep2022.pdf>

8. Мельничук, В.Е. (2022б). Передумови цифровізації розвитку людського капіталу в Україні. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: зб. Тез доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (с.133).* м. Київ. <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/271915>

9. Мельничук, В.Е. (2023а). Роль людського капіталу в цифровому економічному середовищі. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: зб. Тез доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф.(с.46).* м. Київ. <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/279678>

ЗМІСТ

ВСТУП.....	17
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ.....	25
1.1 Сутнісно-змістовна еволюція та генеза теорії людського капіталу.....	25
1.2 Трансформація закономірностей розвитку людського капіталу від парадигми індустріалізації до цифровізації	41
1.3 Концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки	56
Висновки до розділу 1	76
РОЗДІЛ 2 ДІАГНОСТИКА РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ.....	81
2.1 Стан та передумови розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі	81
2.2 Визначення вартості та економічної значущості людського капіталу для підприємств машинобудування	105
2.3 Причинно-наслідковий аналіз умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування під впливом цифровізації	122
Висновки до розділу 2	145
РОЗДІЛ 3 НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ.....	149
3.1 Удосконалення механізму проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації.....	149
3.2 Верифікація цифрових компетентностей розвитку людського капіталу підприємств машинобудування у реалізації стратегій цифровізації	179
3.3 Прогностичне моделювання економічних ефектів розвитку людського капіталу для підприємств машинобудування.....	200
Висновки до розділу 3	218
ВИСНОВКИ.....	223
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	228
ДОДАТКИ.....	246

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Цифровізація економіки відповідно до домінант четвертої промислової революції (Індустрії 4.0.) та імперативів п'ятої – Індустрії 5.0. породжує нові виклики розвитку людського капіталу. Вітчизняні підприємства машинобудування як провідні суб'єкти реального сектору економіки потребують цифровізації виробництва, бізнес-процесів, діджиталізації бізнес-комунікацій. Реалізація зазначеного унеможливорюється відсутністю належного рівня розвитку людського капіталу як ключового продуктивного ресурсу забезпечення неоіндустріальних трансформацій.

Зміна характеру праці, кваліфікаційних вимог, запит щодо нових навичок та компетентностей працівників породжує об'єктивну необхідність їх розвитку на цифрових засадах. Водночас такі процеси потребують синхронізації з упровадженням стратегій цифровізації на підприємствах та інтеграції активної частини трудового потенціалу в цифрове середовище виробничо-економічних систем. Зазначене актуалізує вирішення важливого науково-практичного завдання щодо формування теоретико-методичних положень та практичних аспектів розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки як провідного важеля підвищення функціональності підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі.

Роль та значення людського капіталу на різних рівнях досліджували у своїх працях зарубіжні і вітчизняні науковці. Вагомий внесок у теорію людського капіталу здійснили У. Петті, Л. Вальрас, Дж. Мілль, Т. Шульц, Г. Беккер, Р. Солоу, Е. Денісон, І. Фішер, П. Ромер, Р. Лукас. Значущість людського капіталу у розвитку промислових підприємств розкрито такими вченими: О. Грішнова, О. Бутнік-Сіверський, Н. Голікова, С. Климко, М. Кравченко, О. Іляш, Н. Савіна, В. Лукашевич, К. Бояринова, Т. Обелець, В. Антонюк, О. Риковська. Питанням розвитку людського капіталу на засадах цифровізації приділили увагу О. Амоша, Б. Дергалюк, С. Тульчинська, Є. Міщук, Л. Мельник, О. Попело, Л. Карінцева, А. Хімченко, Т. Лех, Ю. Залознова, А. Олешко, Л. Гаврілова та інші вчені.

Разом з тим, не знижуючи вагомого наукового внеску в теорію людського капіталу, сформованих наукових і практичних положень ученими, потребують подальших досліджень як теоретичні концепти, так і розроблення механізмів, прикладного інструментарію розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки для використання його іманентних властивостей та здатностей у забезпеченні економічного зростання підприємств машинобудування. Зазначене зумовило вибір тематики наукового дослідження, його мету, завдання та зміст.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі економічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» відповідно до планів досліджень за темами: «Концептуальні засади управління людським потенціалом в умовах трансформаційних змін» (№ ДР 0116U005836), де автором сформовано рекомендації щодо розвитку людського капіталу в умовах змін; «Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій» (№ ДР 0112U007817), в якій запропоновано механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є поглиблення теоретичних засад, розроблення науково-методичних положень та практичних рекомендацій щодо розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки як провідного продуктивного ресурсу з іманентними властивостями забезпечення їх економічного зростання.

Для досягнення поставленої мети сформульовано та вирішено такі завдання:

- досліджено сутнісно-змістовну еволюцію та генезу теорії людського капіталу, науково обґрунтовано закономірності його розвитку від парадигми індустріалізації до цифровізації;
- сформовано концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки;
- проаналізовано стан та передумови розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі;

- визначено вартість та економічну значущість використання людського капіталу для економічної діяльності підприємств машинобудування;
- здійснено причинно-наслідковий аналіз умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування під впливом цифровізації;
- удосконалено механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації;
- верифіковано цифрові компетентності розвитку людського капіталу підприємств машинобудування у реалізації цифрових стратегій;
- здійснено прогностичне моделювання економічних ефектів розвитку людського капіталу для підприємств машинобудування.

Об'єктом дослідження є розвиток людського капіталу промислових підприємств.

Предметом дослідження є теоретичні засади, науково-методичні положення та практичні рекомендації щодо розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки як імперативу реалізації їх цифрових трансформацій у підвищенні ефективності функціонування.

Методи дослідження. Теоретичною основою дослідження стали теорія людського капіталу, інформаційного суспільства, концепції «Індустрії 4.0» та «Індустрії 5.0». Для досягнення мети і вирішення поставлених завдань використано загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема: монографічний, методи аналізу та синтезу – для поглиблення наукових положень теорії людського капіталу (підрозд. 1.1), виявлення закономірностей його розвитку (підрозд. 1.2), формування понятійно-термінологічного апарату (розділ 1); методи наукової абстракції, абстрактно-логічний – для формування концептуальних положень розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифрової економіки (підрозд. 1.3); економіко-статистичний, порівняльного аналізу – для дослідження стану і передумов розвитку людського капіталу підприємств машинобудування у цифровому економічному середовищі (підрозд. 2.1); економічного, кореляційного аналізу, економіко-математичного моделювання

(модель Р. Лукаса, виробнича функція Кобба-Дугласа) – для визначення вартості людського капіталу (підрозд. 2.2), зв'язків з показниками економічної діяльності підприємств; методи групування, причинно-наслідкового й таксономічного аналізу – для компаратизації умов забезпечення і результативності використання людського капіталу, групування підприємств машинобудування за цією ознакою (підрозділ 2.3); методи структурно-логічного і структурно-функціонального аналізу – для розроблення механізму проактивного розвитку людського капіталу на засадах цифровізації, дорожніх карт упровадження стратегій цифровізації підприємств з інтеграцією розвитку людського капіталу (підрозд. 3.1), рамок цифрових компетентностей (підрозд. 3.2); метод аналізу ієрархій (Т. Сааті) – для визначення структури цифрових компетентностей за їх ефектами для впровадження стратегій цифровізації (підрозд. 3.2); метод регресійного аналізу – для прогностичного моделювання ефективності діяльності підприємств машинобудування з метою обрання провідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу. Для моделювання та розрахунків використовувались спеціальні програмно-технічні засоби: MS Excel, MathCad.

Інформаційну базу дисертаційної роботи склали: закони України, офіційні дані Державної служби статистики України, Міністерства цифрової трансформації України, результати спостережень вітчизняних і міжнародних аналітичних організацій, дані економічної звітності підприємств машинобудування, монографічні та періодичні видання, наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених, результати власних досліджень, ресурси мережі Інтернет.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розвитку теоретичних засад, удосконаленні науково-методичних положень і розробленні практичних рекомендацій щодо розвитку людського капіталу в умовах цифровізації як продуктивного ресурсу з економічною цінністю в забезпеченні функціональності підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі, зокрема:

вперше:

- сформовано концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств на засадах синхронізації його цифрових трансформацій

з виробничо-економічними системами, які гуртуються на концептах збалансованості розвитку цифрових компетентностей працівників і власників з стратегіями цифровізації підприємств, використанні унікальних іманентних властивостей людського капіталу, узгодженості розвитку людського капіталу та цифрових технологій з принципами проактивності, прогресивності й адаптивності, методичному інструментарії та імперативах практичної імплементації, що забезпечує поглиблення людиноцентризму і професійної кваліфікації відповідно до концепції п'ятої промислової революції, а також підвищує функціональність підприємств у цифровій економіці;

удосконалено:

- методичні положення причинно-наслідкового аналізу умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування під впливом цифровізації, які, на відміну від наявних, полягають у визначенні індексів умов забезпечення та результативності використання людського капіталу на базі економічних показників і таксономічного аналізу, що дозволяє, шляхом їх співставлення, встановлювати доцільні економічні дії з цифрового розвитку;

- механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації, який, на відміну від існуючих, інтегрує заходи та економічне забезпечення цифрового розвитку людського капіталу з реалізацією комплексу стратегій цифровізації підприємства, передбачає формування цифрових компетентностей працівників, шляхом використання корпоративного університету підвищення цифрової кваліфікації, оновлення матеріальних та нематеріальних активів згідно з цілями діджиталізації, а також дорожні карти упровадження стратегій з інтеграцією розвитку людського капіталу. Реалізація механізму сприятиме підвищенню продуктивності праці та збільшенню прибутковості підприємств;

- методичний підхід до верифікації цифрових компетентностей людського капіталу відповідно стратегіям цифровізації підприємств машинобудування, який, на відміну від усталених, ґрунтується на визначенні узгодженої структури цифрових компетентностей працівників згідно з очікуваними ефектами для

стратегій цифрового аутсорсингу, цифровізації бізнес-процесів, цифрового продукту, комплексної цифровізації підприємства та формуванні відповідних рамок таких компетентностей. Це дозволяє підвищувати валідованість їх застосування у забезпеченні ефективних економічних результатів;

набуло подальшого розвитку:

- понятійний апарат теорії людського капіталу та концепції «Індустрії 5.0», в частині: трактування поняття *«людського капіталу»* як продуктивного і швидкоадаптивного ресурсу до цифрових трансформацій з іманентними властивостями, сформованого завдяки досвіду, знанням, компетентностям та здатностям, вираженим у доданій вартості; сутнісно-змістовного тлумачення ефектів цифрових компетентностей працівників: *«ефекту колективної цифрової компетентності»* – як поширення цифрових знань шляхом міжособових взаємодій, що призводить до зростання загального рівня цифрової компетентності людського капіталу і зниження витрат підприємства на їх формування; *«ефекту цифрової функціональності»* – як розширення переліку здатностей людського капіталу до використання функціоналу ІТ-технологій; *«ефекту цифрової унікальності»* – як виняткової здатності людського капіталу підприємства до виробництва продукту чи ІТ сервісу;

- композиція закономірностей розвитку людського капіталу в процесі становлення цифровізованого суспільства під впливом індустріалізації, інформатизації, цифровізації та віртуалізації економіки, яку доповнено змінами характеру праці, технологій, віртуалізацією економічних процесів, що дозволяє обґрунтувати об'єктивний зв'язок між розвитком людського капіталу та цифровізацією економіки;

- метод визначення вартості людського капіталу, шляхом використання моделі АК (Р. Лукаса) на мікроекономічному рівні, що, на відміну від традиційних, дозволяє як встановлювати вартість наявного людського капіталу на підприємствах, так і визначати його вплив на економічні результати діяльності;

- рамки цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегій цифровізації підприємств машинобудування, які, на відміну від

існуючих, включають відповідний кожній із стратегій склад базових, функціональних й операційних компетентностей працівників та дають змогу релевантно здійснювати їх відбір і залучення;

– метод обрання провідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу, що, на відміну від наявних, базується на визначенні зміни чистого доходу підприємства у разі зміни вартості людського капіталу за варіації параметрів економічного забезпечення, дозволяє на основі прогностичного моделювання ефективності діяльності підприємства машинобудування визначити доцільні економічні провадження.

Практичне значення одержаних результатів полягає в прикладному застосуванні на підприємствах машинобудування розроблених науково-методичних положень та практичних рекомендацій щодо розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки, зокрема ПрАТ «Вентиляційні системи» впроваджено методичні положення причинно-наслідкового аналізу умов та результатів використання людського капіталу, метод визначення вартості людського капіталу (довідка № 171 від 30.08.2023 р.), АТ «Елміз» – механізм проактивного розвитку людського капіталу на засадах цифровізації, дорожні карти впровадження стратегій цифровізації (довідка № 312-с від 11.07.2023р.). Результати наукових досліджень використовуються в навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» під час викладання дисциплін: «Сучасні інформаційні технології (Digital-технології) в управлінні персоналом та економіці праці», «HR-аналітика», «Управління трудовим потенціалом» (довідка №3113/21 від 05.06.2023 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним дослідженням здобувача. Її результати, наукові доробки, висновки і пропозиції, подані до захисту, отримані особисто. У дисертаційній роботі з наукових праць, опублікованих у співавторстві, використано виключно ті ідеї та положення, які належать автору, внесок здобувача конкретизовано в переліку наукових праць.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Результати й основні положення дисертації доповідалися на 9 науково-практичних конференціях: Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Соціально-трудова сфера: сучасний стан, проблеми та стратегічні напрями розвитку» (м. Київ, 2017), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Моделювання та прогнозування економічних процесів» (м. Київ, 2017 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Модернізація економіки в умовах зростання суспільної свідомості: туризм, людиномірність, партнерство, кооперація» (м. Полтава, 2017 р.); Всеукраїнській конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наука та освіта в умовах трансформації суспільства» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні проблеми економіки та управління в умовах системної кризи» (м. Львів, 2019 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій» (м. Київ, 2019 р.), XVI Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Моделювання та прогнозування економічних процесів» (м. Київ, 2022 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи» (м. Київ, 2022 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи» (м. Київ, 2023 р.).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 18 наукових праць, з них 9 статей у наукових фахових виданнях України; 9 публікацій у збірниках матеріалів наукових конференцій. 5 праць із загальної кількості викладено англійською мовою.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг загального тексту роботи складає – 274 сторінки, основного тексту – 211 сторінок, включно з 39 таблицями і 52 рисунками, розміщеними на 17 окремих сторінках. Список використаних джерел з 198 найменувань викладений на 18 сторінках. 8 додатків займають 29 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

1.1 Сутнісно-змістовна еволюція та генеза теорії людського капіталу

Концептуальні підходи визначення ролі людського капіталу в економічній системі від початкових етапів створення економічних відносин і дотепер постійно набувають нових ознак і продовжують всебічно розглядатися науковцями. Важливою передумовою для появи визначення «людський капітал» стало переосмислення ролі людини у виробничому процесі, який змінює акцент уваги періоду індустріалізації, де потреби працівників враховувались лише частково, до людини як ключового ресурсу, який володіє інформацією, знаннями, що застосовуються на практиці, а також здатністю до передбачення певних процесів у майбутньому.

Індустріалізація призвела до ряду змін у суспільстві, зокрема до зростання міст, появи нового класу робітників. Період переходу до постіндустріального етапу розвитку суспільства, трансформуючи всі сфери діяльності, дав поштовх для переосмислення застарілих технологій і визначень. Одним з таких понять в дослідженні еволюції ролі людини був термін «робоча сила», який раніше фігурував у більшості економічних концепцій, проте на етапі переходу від індустріалізації до інформатизації замінюється на «людський капітал», переносячи акцент з уміння людей працювати на здатність критично мислити, прогнозувати та аналізувати.

Для того, щоб сформувати повну картину розвитку ролі людини в економічній системі від індустріалізації до періоду цифрової трансформації (цифровізації), вважаємо за доцільне проаналізувати становлення та розвиток економічної категорії «людський капітал» (рис. 1.1).

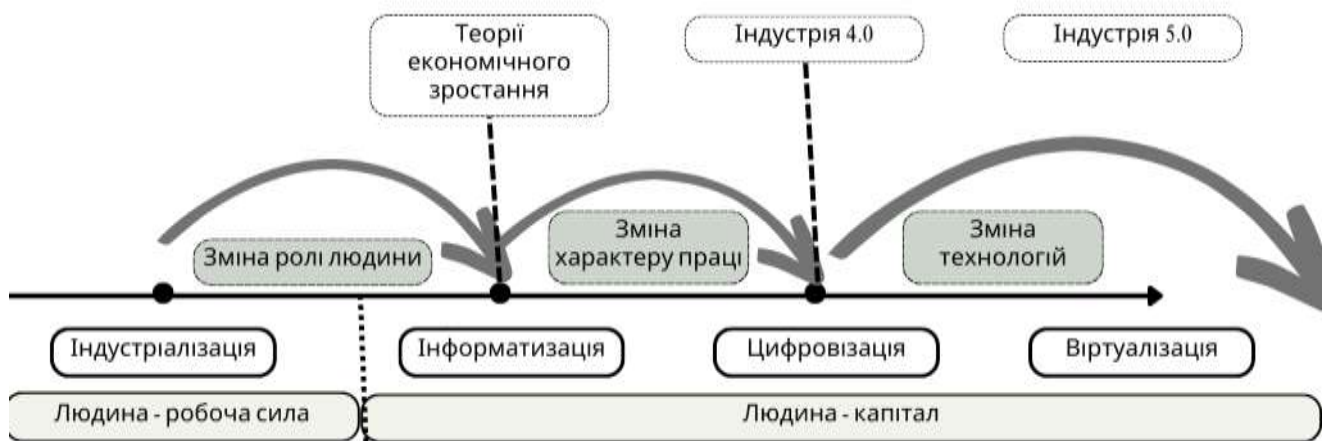


Рисунок 1.1 – Людина в економічній системі від періоду індустріалізації до цифровізації (сформовано автором)

Починаючи аналіз економічних джерел, слід зазначити, що передумови до створення терміну «людський капітал» було сформульовано ще у 1687 році У. Петті у своїй праці «Політична арифметика», де було розкрито думку про людину як форму нематеріального капіталу і одного з факторів, які беруть участь у виготовленні продукції та створенні багатства (Petty, 1687). Земля і праця визначались як основні фактори, тоді як кваліфікація, здібності працівників й інструменти праці описувались з точки зору виробничої необхідності для створення багатства й запасів країни. Тобто, на його думку, людина була рушійною силою економіки держави (Petty, 1687).

Його послідовник, А. Сміт, вважав, що основою економічного зростання є розподіл праці, що спрямовує працівників на удосконалення навичок, а також сприяє створенню машин, які полегшують й скорочують витрати на працю. Разом з тим, він виділяв основний та обіговий види капіталу, де до основного відносились не лише знаряддя праці та споруди, але й «людський капітал» як сума «набутих та корисних здібностей усіх жителів та членів суспільства» (Smith, 1777). Науковець також стверджував, що люди не однаково ставляться до праці, а ринковий механізм, якщо він спрямований на ефективний розвиток, створює умови на гідну оплату, незалежно від професії. А. Сміт (1777) також доводив на кейсах той факт, що «людський капітал» не має «служувати», він має приносити дохід, щоб мати значення для суспільства. Окрім цього, вчений, даючи дефініцію причин

відмінностей у заробітній платі працівників, вказував на те, що рівень освіченості має впливати на оплату праці.

Наприкінці XIX початку XX століття уявлення про здібності людини отримали нову віху розвитку, зокрема А. Маршал у роботі «Принципи політичної економії» висловлював думку про те, що знання є двигуном ефективного виробництва, і саме вони дозволяють людині підпорядковувати собі природу, тому що, на його думку, існують тільки людина і природа як два основних фактори виробництва, а результатом роботи особистості є капітал і налагодження виробництва (Marshall, 1997). Вчений також вважав, що освіта і трудове навчання людини це інвестиційне рішення, яке призводить до поступового зростання доходів, що стимулюють людину (Marshall, 1997)

Л. Вальрас став першим, хто сформулював чітку відмінність між ресурсним капіталом та виробленими за його допомогою потоками доходів та послуг, окреслюючи думку про існування нематеріального капіталу, виділяючи особистий капітал, до якого він відносив здібності працівників, та назвавши людину «природним і вічним капіталом: природним тому, що не вироблений штучно, а вічним тому, що кожне покоління відтворює собі подібних» (Walras, 1898).

Дж. Мілль зазначав, що капіталом є не сама особистість, а успадковані та набуті нею здібності до праці, енергія, а також рівень освіченості та майстерності (Mill, 1920).

Тобто, проаналізувавши попередню інформацію, можна зазначити, що за думками вчених, людина може приносити не лише дохід, але й соціальну користь у вигляді національного збагачення країни, якщо вона матиме мотивацію та певний рівень професійної кваліфікації.

Достатньо довгий час людина вважалась лише витратним фактором у виробництві, а інвестиції в освіту – непродуктивними. Проте перехід до індустріалізації та науково-технічна революція 1950-1960 рр. невідворотно змінила ставлення до людського капіталу й освіти, що, у свою чергу, стало поштовхом до виникнення теорії людського капіталу. Наслідки революції викликали глобальні перетворення у світі, зокрема в економіці ще більш значущою

стала роль людини, її освіченість, отриманий раніше досвід і професійна кваліфікація.

Так, у роботах американських вчених було викладено думку про те, що інвестиції в людину пов'язані з економічним зростанням.

Лауреат Нобелівської премії з економіки 1979 р., Т. Шульц, винайшов термін «людський капітал», щоб описати та окреслити вартість людського потенціалу. Він показав, що здатності людини є однією із форм капіталу, а також довів, що в людський капітал, як у будь-який капітал, можна вкладати «інвестиції» для отримання доданої вартості в майбутньому (Schultz, 1961). У своїх дослідженнях Т. Шульц (1961) зосередив увагу на таких напрямках інвестування в людину: витрати на охорону здоров'я та послуги, а також на те, що впливає на тривалість життя, витривалість, силу та життєздатність людей; навчання за місцем роботи; формальна освіта на початковому, середньому та вищому рівнях; програми навчання; міграція людей і сімей, щоб пристосуватися до зміни робочих місць (Schultz, 1961).

Якщо визначення «людський капітал» було вперше згадано Т. Шульцом, то теорія людського капіталу була сформульована в працях Г. Беккера у 1930 р., де в людському капіталі він виділяє знання, виробничі навички та мотивацію. Учений вважав, що якщо збільшити кількість інвестицій у підготовку та навчання персоналу, то це, у свою чергу, принесе такий самий прибуток як і за умови інвестування у виробництво та закупівлю техніки (Becker, 1993). Використовуючи принцип раціональної поведінки індивіда, Г. Беккер (1993) визначав людський капітал як джерело збільшення доходів на виробництві, за умови якщо люди будуть розвивати власні здібності, навички та знання.

Варто розкрити і дослідження Р. Солоу, який, окресливши теорію економічного зростання та розробивши на її основі модель, що стала основоположною для подальших наукових гіпотез, вказав на взаємозв'язок трьох факторів економічного зростання: інвестицій, чисельності робочої сили і технічного прогресу, де необхідною умовою рівноваги економічної системи є рівність сукупного попиту і сукупної пропозиції, а зростання населення є однією з

причин безперервного економічного зростання за умов стабільності економіки (Solow, 1956).

Продовжив роботу над теорією економічного зростання Е. Денісон, який, виокремивши різні фактори впливу та проаналізувавши джерела зростання економічного розвитку, знайшов нове пояснення ролі і значення людини в економіці. Він розробив класифікацію факторів економічного зростання, де на першому місці була якість робочої сили (Denison, 1962). Також учений довів, що зростання національного продукту США на $\frac{1}{2}$ в 1929–1982 рр. було здійснено за допомогою збільшення масштабів використання праці, капіталу, технічних інновацій, тоді як в західноєвропейських країнах з 1948 р. по 1969 р. – економіка зросла на $\frac{2}{3}$ завдяки підвищенню продуктивності праці (Denison, 1962). При цьому частка освіти в прирості національного доходу в європейських країнах і США становила від 12 до 29 % (Denison, 1962).

Варто згадати ще автора концепції «всеосяжного капіталу», І. Фішера, який відносить людину, її природжені здібності та набуту кваліфікацію до капіталу. Теорія І. Фішера стала основою для подальшого розвитку концепції людського капіталу, що був зумовлений об'єктивними процесами розвитку суспільного виробництва та науково-технічного прогресу на заході у другій половині XX ст. (Fisher, 1927).

Отже, американські дослідники змінили вектор досліджень і тверджень з інвестицій в основний капітал на інвестиції в людський капітал. Це вплинуло на розвиток «ендогенної теорії» економічного зростання, в межах якої людський капітал є джерелом економічного зростання, що стимулює технологічний розвиток і зростання продуктивності праці. З вищезазначеного можна виокремити думку про те, що категорія «робоча сила» поступово перестала бути актуальною, оскільки було сформульовано інший підхід до визначення ролі людини в суспільстві, і термін «людський капітал» почав розглядатись як джерело знань, безмежних можливостей та постійних перетворень (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Розвиток поняття «людський капітал» у наукових теоріях та концепціях

Науковець	Назва теорії, концепції	Зміст людського капіталу	Додана особливість розуміння поняття
У. Петті	Концепція людського капіталу	Людський капітал можна розглядати як інвестицію, яка приносить віддачу. Витрати на освіту та інші інвестиції в людей, зрештою, окупаються за рахунок вищих доходів і продуктивності праці (Petty, 1687).	Інвестиції, доходи, продуктивність праці
Л. Вальрас	Теорія людського капіталу	Людський капітал як один з видів капіталу, який можна використовувати для виробництва товарів і послуг, що складається з знань, навичок і здібностей людей, які можуть бути використані для підвищення продуктивності праці (Walras, 1898).	Нематеріальний капітал, відмінність від ресурсного капіталу
Дж. Мілль	Закони виробництва та розподілу	Капітал це набуті людиною знання та навички, рівень освіченості та професіоналізму (Mill, 1920).	Гнучкість людської природи
І. Фішер	Концепція «всеосяжного капіталу»	Людина, її набуті здібності та навички, капітал, який може приносити дохід (Fisher, 1927).	Ресурси не завжди вимірюються в грошовому еквіваленті
Р. Солоу	Теорія економічного зростання	Людський капітал додатковий фактор виробництва (Solow, 1956).	Взаємозв'язок інвестицій, технічного прогресу та людського капіталу
Т.Шульц	Теорія людського капіталу	Людський капітал як продуктивний чинник, фундаменту для подальших змін, в який можна інвестувати (Schultz, 1961).	Вартість людського потенціалу
Е. Денісон	Теорія економічного зростання	Освіта людини може вплинути на темпи зростання національної економіки (Denison, 1962).	Роль людини в економіці, якість робочої сили
А. Сміт	Концепція людського капіталу	Людський капітал як важливий фактор економічного зростання, інвестиція, продуктивний капітал, оскільки може бути використаний для виробництва товарів і послуг (Smith, 1977).	Чинник економічного зростання, вплив рівня освіченості на оплату праці
Г. Беккер	Теорія людського капіталу	Людський капітал це уміння і знання людини, які при правильному використанні можуть збільшити доходи підприємства (Becker, 1993).	Інвестиції в людський капітал приносять такий самий прибуток як і інвестиції у виробництво
А. Маршалл	Теорія людського капіталу	Людський капітал – сума знань, навичок, здібностей та інших особистих якостей, які роблять людей продуктивними (Marshall, 1997).	Освіта як інвестиція

Узагальнено на основі (Petty, 1687; Walras, 1898; Mill, 1920; Fisher, 1927; Solow, 1956; Schultz, 1961; Denison, 1962; Smith, 1977; Becker, 1993; Marshall, 1997)

Після окреслення теорій людського капіталу та економічного зростання почалась серйозна наукова активність, яка дала поштовх для нових досліджень як теоретичних, так і практичних, що дало змогу всебічно аналізувати розвиток людського капіталу. Друга хвиля науково-технічної революції сприяла подальшому перетворенню ролі людського капіталу відповідно до змін суспільства (табл. 1.2).

У 1980–1990-х рр. у моделях економістів П. Ромера і Р. Лукаса було висунуто гіпотезу про ендогенний характер найважливіших виробничо-технічних нововведень, заснованих на інвестиціях у технологічний прогрес та людський капітал, тому в їх теорії людина виступає рушійним фактором економічного зростання і засобом досягнення добробуту (Romer, 1990; Lucas, 1988).

У 90-х роках ХХ та на початку ХХІ ст. до створення термінології, що пов'язана з людським капіталом долучилися й українські вчені, які у своїх наукових працях приділяють увагу проблемам формування, розвитку, використання, відтворення та оцінювання людського капіталу.

О. Грішнова визначає «людський капітал» як сукупність продуктивних здібностей, особистих характеристик і мотивацій, які розвинені за допомогою вкладених інвестицій та використовуються в економічній діяльності, а також сприяють зростанню продуктивності праці (Грішнова, 2001). Як можемо побачити, дане визначення не суттєво відрізняється від думки закордонних вчених, що свідчить про спільну спрямування у підходах до аналізу ролі людини в суспільстві.

Інший український вчений, О. Бутнік-Сіверський, визначив людський капітал як поєднання знань, навичок та творчих здібностей, а також відповідністю вимогам підприємства керівників компаній та працівників сфери R&D (Бутнік-Сіверський, 2013). Тобто, основний акцент у визначенні був зроблений на креативність та здібності людини.

Цікаве визначення також надала Н. Голікова, яка розглядала людський капітал як вартість досвіду, знань, здібностей, які залучені в економічних процесах, оцінені за допомогою найму та приносять додану вартість (Голікова, 2002).

Таблиця 1.2 – Трактування терміну «людський капітал» у наукових дослідженнях

Науковець	Трактування	Особливість розуміння поняття
П.Ромер, Р. Лукас	Людина ключовий фактор економічного зростання, інвестиції в яку є засобом досягнення добробуту (Romer, 1990; Lucas, 1988).	Інвестиції, прогрес
О. Грішнова	Людський капітал сукупність продуктивних здібностей, особистих характеристик і мотивацій, які розвинені за допомогою вкладених інвестицій та використовуються в економічній діяльності, а також сприяють зростанню продуктивності праці (Грішнова, 2001).	Інвестиції, мотивація, здібності, продуктивність
Н. Голікова	Людський капітал як вартість досвіду, знань, здібностей, які залучені в економічних процесах, оцінені за допомогою найму та приносять додану вартість (Голікова, 2002).	Здібності, дохід
С. Климко	Людський капітал єдність якісних характеристик робочої сили й економічного результату вкладень в неї, які характеризують сукупність сформованих і розвинених внаслідок інвестицій продуктивних здібностей, особистих рис і мотивацій індивідів (Климко, 2002).	Інвестиції, робоча сила, мотивація, здібності
М. Дзямулич	Людський капітал сформований внаслідок самоінвестування рівень фізичних і розумових здібностей людини, а також певний запас здоров'я, знань, навичок, кваліфікації, що може вплинути на зростання доходів (Дзямулич, 2004).	Дохід, інвестиція, здібності, освіта
В. Антонюк	Людський капітал поєднання характеристик працівника, що використовуються у роботі та забезпечують йому можливість отримання більшого доходу ніж від звичайної роботи, а також є здатністю працівника здійснювати інноваційну діяльність (Антонюк, 2006).	Дохід, освіта, здібності, мотивація, мобільність
В. Лукашевич	Людський капітал поєднання якостей, особистості, групи людей або суспільства, які були вродженими або спільними для цієї нації, інвестицій, різноманітних благ, які описують стан здоров'я, обсяг знань, рівень кваліфікації й мобільності, культурний розвиток, мотивацію, які можуть забезпечити їх власнику певний дохід (Лукашевич, 2010).	Дохід, інвестиції, знання, дохід
Т. Давидюк	Людський капітал здатність людини до виконання роботи, де мірою витрат праці є кількість продуктивності та часу праці (Давидюк, 2011).	Продуктивність, робоча сила
О. Риковська	Людський капітал накопичення людиною особистісних інвестицій, креативного потенціалу, який при правильному використанні сприяють підвищенню продуктивності праці й конкурентоспроможності людини, тим самим підвищуючи власне матеріальне та моральне задоволення (Риковська, 2012).	Інвестиції, креативність, продуктивність, мотивація, мобільність, знання, освіта
О. Бутнік-Сіверський	Людський капітал як поєднання знань, навичок та творчих здібностей, а також відповідністю вимогам підприємства керівників компаній та працівників сфери R&D (Бутнік-Сіверський, 2013).	Здібності, креативність, мобільність

Узагальнено на основі (Грішнова, 2001; Голікова, 2002; Климко, 2002; Дзямулич, 2004; Антонюк, 2006; Лукашевич, 2010; Риковська, 2012; Давидюк, 2011; Бутнік-Сіверський, 2013;)

С. Климко вбачав в людському капіталі єдність якісних характеристик робочої сили й економічного результату вкладень в неї, які характеризують сукупність сформованих і розвинених внаслідок інвестицій продуктивних здібностей, особистих рис і мотивацій індивідів (Климко, 2002). Н. Голікова (2002) спрямувала власне визначення у вартісний вимір, акцентуючи увагу на здібностях людини, які можуть приносити дохід, тоді як С. Климко (2002) згадав, що людський капітал – це поєднання робочої сили та інвестицій, знань і мотивації.

В. Лукашевич визначив людський капітал як поєднання якостей, які характерні для особистості, групи людей або суспільства, які були вродженими або спільними для цієї нації, інвестицій, різноманітних благ, які описують стан здоров'я, обсяг знань, рівень кваліфікації й мобільності, культурний розвиток, мотивацію (Лукашевич, 2010). При належному використанні перераховані якості можуть забезпечити їх власнику певний дохід (Лукашевич, 2010). Дане визначення містить новий термін «мобільність». Це свідчить про те, що гнучкість та адаптивність уже стають необхідністю для окреслення сучасного розвитку людського капіталу.

В. Антонюк визначає поняття «людський капітал» як поєднання характеристик працівника (рівня освіти, професійної підготовки, умінь та навичок, мотивації та мобільності, стану здоров'я), що використовуються у роботі та забезпечують йому можливість отримання більшого доходу ніж від звичайної роботи (Антонюк, 2006). Людський капітал є здатністю працівника здійснювати інноваційну діяльність (Антонюк, 2006). У даному визначенні основними характеристиками є освіта, мотивація, мобільність, здібності та дохід, який здобувається за рахунок наявності попередніх характеристик у людини.

О. Риковська дала оригінальне визначення людського капіталу як накопичення людиною особистісних інвестицій, креативного потенціалу у вигляді здатності працювати, запасу здоров'я, знань, навичок, кваліфікації, духовності, мотивацій, креативності та мобільності, які при правильному використанні сприяють підвищенню продуктивності праці й конкурентоспроможності людини, тим самим підвищуючи власне матеріальне та моральне задоволення (Риковська,

2012). Визначення підкреслює важливість наявності власних «інвестицій»: освіти, знань, креативності, мотивації та мобільності для збільшення продуктивності праці та доходів.

М. Дзямулич окреслив, що людський капітал визначається як сформований внаслідок самоінвестування рівень фізичних і розумових здібностей людини, а також певний запас здоров'я, знань, навичок, кваліфікації, що може вплинути на зростання доходів (Дзямулич, 2004). У визначенні ключовими словами є дохід, інвестиції, знання та освіта, що є основними характеристиками, які обирають для визначення поняття «людський капітал».

Т. Давидюк визначила людський капітал як здатність людини до виконання роботи, а також наголосила, що робота – це трансферт між людським капіталом та засобами праці, де мірою витрат праці є кількість продуктивності та часу праці (Давидюк, 2011). Дане трактування зацентроване на людині як виконавця роботи, а також на вимірі продуктивності праці.

Порівняно зі світовими дослідженнями, де теорія людського капіталу зародилась в середині XX століття, трактування цього поняття у вітчизняній економіці є порівняно новим. При цьому його формулювання повинне враховувати сучасні умови розвитку – цифровізацію та цифрові трансформації.

Згідно визначення словника, людський капітал є комплексом сформованих і розвинутих унаслідок інвестицій продуктивних характеристик індивідів як економічних суб'єктів і сприяє зростанню продуктивності праці, що забезпечує збільшення доходів свого власника і нарощування національного доходу (Енциклопедія сучасної України, 2022).

Проаналізувавши трактування вітчизняних та світових вчених, що дали визначення «людський капітал», можна сформувати когнітивну карту подібностей та відмінностей, що стосуються його економічного змісту (табл. 1.3). З огляду на закладений економічний зміст в трактування поняття «людський капітал», можна зробити висновок, що з самого початку шляху формування поняття велике значення приділялось не лише доходам, що приносить людина, а й її здібностям та знанням.

Таблиця 1.3. – Економічний зміст терміну «людський капітал» у визначеннях науковців

Рік	Ім'я вченого	Дохід	Інвестиції	Продуктивність	Робоча сила	Прогрес	Знання/ здібності	Освіта/ Кваліфікація	Мотивація	Креативність	Мобільність
1687	У. Петті	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1776	А. Сміт	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1890	А.Маршал	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1898	Л. Вальрас	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1898	Дж. Мілля	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1927	І. Фішер	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1958	Я. Мінцер	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1962	Г. Беккер	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1962	Ф. Махлун	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1968	Т. Шульц	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1972	Е. Фремгольц	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1986	С. Фішер, Р. Дорнбуш, Р. Шмалензі	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1989	К.-Е. Свейбі	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1991	Л. Едвінсон, М. Мелоун	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1996	Е. Брукінг	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2001	О. Грішнова	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2002	С. Климко	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2004	Н. Голікова	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2004	М. Дзямулич	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2006	В.Антонюк	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2010	В. Лукашевич	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2011	Т. Давидюк	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2011	О. Амоша	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2012	О. Риковська	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2013	О. Бутнік-Сіверський	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Сформовано автором

З подальшим розвитком та впливом науково-технічних революцій визначення доповнювались, урізноманітнювались й дедалі частіше почали з'являтися нові характеристики цього поняття. В останніх дослідженнях вже використовувались слова «творчість», «креативність», «мобільність». Проаналізувавши визначення великої кількості вітчизняних та закордонних вчених та виокремивши ключові слова, дійшли до висновку, що не вистачало слів «адаптація» та «трансформація», адже у наш час – це ті фактори, які є необхідними для ефективності, продуктивності підприємства та отримання в подальшому прибутків.

За останнє десятиліття спостерігається стрімкий рух у напрямі до цифровізації (цифрової трансформації), що відбувається за допомогою використання інформаційних технологій, які теж постійно розвиваються та замінюються на більш вдосконалені. Разом з початком використання комп'ютера та іншого обладнання змінилися і вимоги до людського капіталу підприємства, які передбачали суттєві зрушення в різних сферах. Наприклад, перехід від «паперових» до «комп'ютеризованих» баз даних, від «ручного» або «напіваавтоматизованого» виробництва до «запрограмованого» або навіть «роботизованого». Беззаперечним є той факт, що роль людини при зазначеному переході теж змінилась. Якщо раніше це була фактично «ручна праця», то наразі все частіше люди стають операторами або наглядачами за певними роботизованими процесами тощо (розкрито автором у праці (Мельничук, 2022)).

Активне запровадження цифрових технологій у XXI столітті почало видозмінювати не лише економічні процеси, але й усі сфери життя людства, у результаті чого це призвело до зміни характеру праці, а саме підвищення ролі інтелектуальної та креативної праці. Змінився також і характер зайнятості (з'явилась можливість працювати віддалено), ще більше зросли вимоги до рівня та якості освіти, а також професійної кваліфікації.

Поняття «людський капітал» також зазнало значних змін за останні століття та постійно доповнюється новими характеристиками, перелаштовуючись з індустріального устрою на інформаційний та віртуальний. Зважаючи на те, що за

останні десять років відбувається стрімкий розвиток мережі Інтернет, цифрових технологій, штучного інтелекту, створюються нові умови для ведення бізнесу, а також з'являється потреба у розвитку людського капіталу в умовах цифровізації. Фрілансинг, аутсорсинг, гіг-економіка, управління умовним персоналом, роботизація – це лише декілька новітніх термінів, що безпосередньо стосуються розвитку людського капіталу.

Звісно, всі проаналізовані вище визначення «людського капіталу» мають раціональне ядро та певні спільні риси. Однак наявні умови потребують уточнення трактування «людський капітал» та визначення його змісту у цифровому середовищі. Розглянувши основні характеристики людського капіталу, вважаємо за доцільне запропонувати власне трактування поняття «людський капітал» в умовах цифровізації економіки.

Людський капітал – це продуктивний і швидкоадаптивний до соціальних, економічних змін та цифрових трансформацій ресурс економічної системи з іманентними властивостями, сформований завдяки накопиченню досвіду, знань, компетентностей і здатностей, виражених у доданій вартості.

Цифрова трансформація (цифровізація) всіх сфер економіки беззаперечно викликає необхідність створення нової концепції розвитку людського капіталу, що була б актуальною в нинішньому середовищі, яке постійно трансформується. Поняття «людський капітал», яке з'явилося в період індустріалізації і з переходом на нові етапи розвитку суспільства набувало нових ознак, і натеper потребує окреслення характеристик в умовах цифровізації економіки.

Узагальнюючи, можна відмітити особистісні та суспільні складові людського капіталу, які включають в себе знання, навички та здібності, досвід, мотивацію, ціннісні орієнтації, етичні норми, соціальну відповідальність та здоров'я (рис. 1.2).

Варто зазначити, що з розвитком цифрових трансформацій, складові людського капіталу також змінюються і починають враховувати креативність в цифровому середовищі, цифрову комунікацію, інформаційну грамотність та безпеку в Інтернет-просторі.

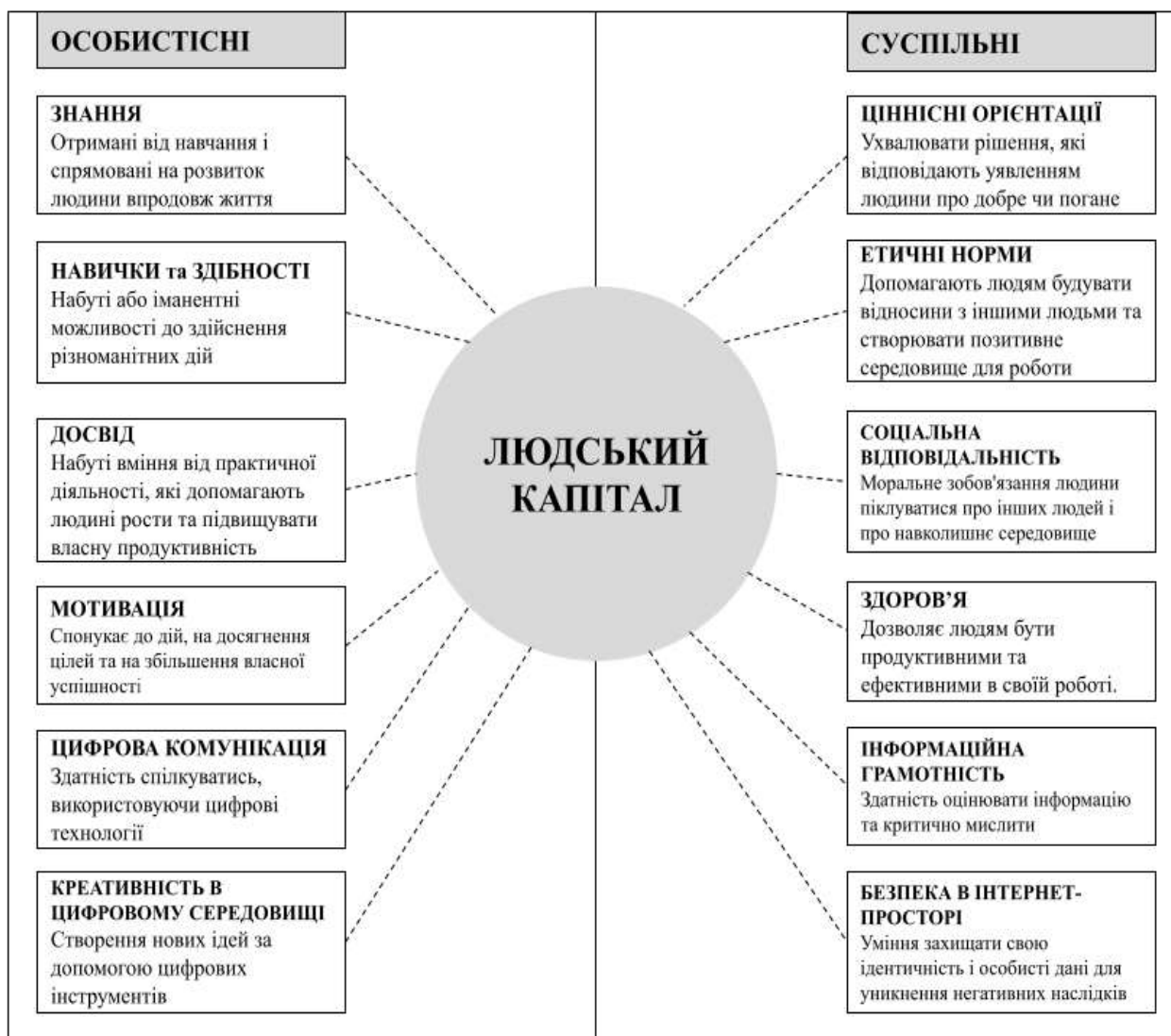


Рисунок 1.2 – Складові людського капіталу в умовах цифровізації економіки (сформовано автором на основі (Хімченко & Лех, 2012; Амоша & Новікова, 2011))

З розвитком цифровізації продуктивні характеристики зазнають все більших змін, а якщо взяти до уваги аспект адаптивного середовища, то людський капітал формується на основі нових змістовних характеристик за цифровізації економіки з позиції працівників та працедавців (рис 1.3).

Здатність бути гнучкими та адаптуватись під суспільні вимоги. Для працівників у сьогоденні дана змістовна складова є ключовою, оскільки підлаштування під нові тенденції дають змогу працівнику бути конкурентоспроможним на ринку праці.

Здатність навчатись та постійно підвищувати кваліфікацію. Якщо людина не навчається протягом життя, вона застрягає у минулому, цифровий розрив збільшується, в той час як пропозиції щодо працевлаштування зменшуються.

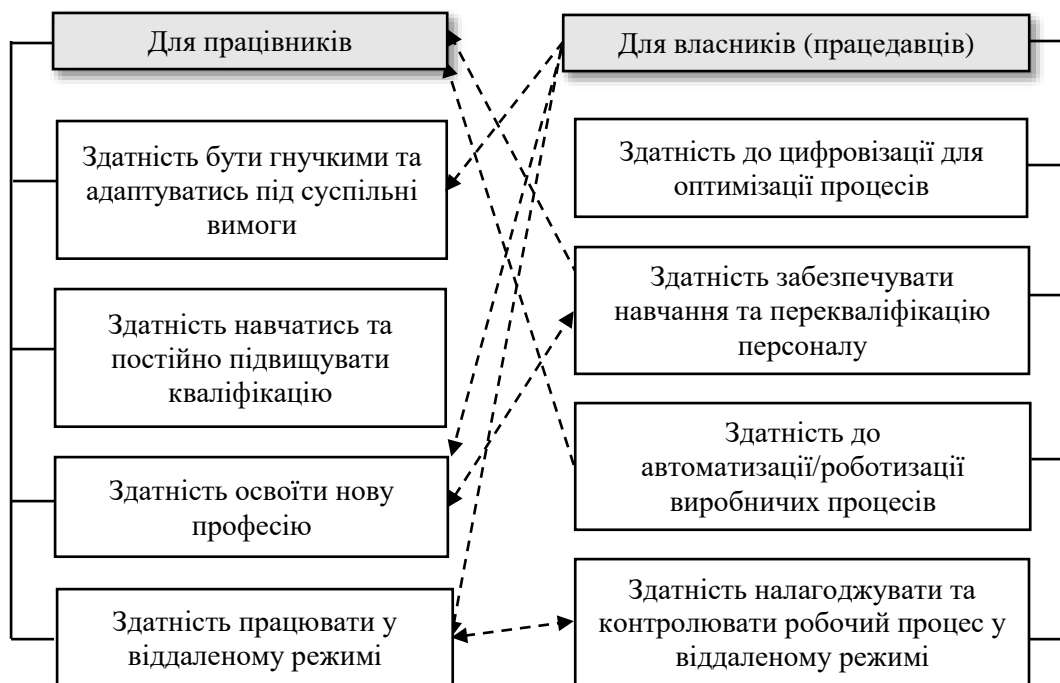


Рисунок 1.3 – Змістовні продуктивні характеристики людського капіталу за цифровізації економіки з позиції працівників та власників (працедавців)

(сформовано автором)

Здатність освоїти нову професію. Дана складова стосується зміни характеру праці та впровадження технологій, разом з ними змінюються професії. Так, колись престижна професія наладчика ЕОМ з приходом нових технологій зникла, а замість неї працедавці потребують майстрів з ремонту комп'ютерів та різного обладнання, системних адміністраторів, різного роду інженерів. Якщо людина не освоїть нову професію, її місце може зайняти інший кваліфікований працівник.

Здатність працювати у віддаленому режимі. Дана складова має проактивний характер, оскільки прогнозується перехід більшості процесів в онлайн-формат.

Здатність налагоджувати та контролювати робочий процес у віддаленому режимі корелює з попередньою складовою, оскільки працедавець або власник

компанії має налаштувати процеси так, щоб у майбутньому можна було керувати виробництвом і бізнес-процесами не виходячи з дому або навіть перебуваючи в іншій країні.

Здатність до цифровізації та автоматизації процесів характеризує власника як прогресивного лідера, який розуміє світові тенденції та прагне розвивати власний бізнес відповідно до вимог нинішнього суспільства, формувати ефективне виробництво, яке зможе конкурувати на вітчизняному та міжнародних ринках.

Здатність забезпечувати навчання та перекваліфікацію персоналу передбачає кореляцію між збільшенням рівня знань людського капіталу та поглибленням цифровізації, а в подальшому і віртуалізації процесів, оскільки завдяки працівникам може бути здійснена модернізація виробництва.

Здатність до автоматизації/роботизації виробничих процесів. Для реалізації даної складової знадобиться кваліфікований персонал, залучення інвестицій в переоснащення та мотивація усіх учасників процесу для модернізації та покращення умов праці, щоб збільшити продуктивність праці та отримувати прийнятні доходи.

Загалом дослідження поняття «людський капітал» дало змогу виокремити його економічний зміст та ключові особливості, які були характерними для різних часових проміжків від періоду індустріалізації, інформатизації до сучасності, де суспільство набуває ознак цифровізації та часткової віртуалізації. У дослідженнях науковців зміст поняття людський капітал змінювався не суттєво, набуваючи нових ознак з переходом на нові етапи розвитку, однак сучасного визначення людського капіталу, яке б охоплювало елементи цифровізації економіки, не було сформовано. Беззаперечно, перелік характеристик, якими повинен володіти людський капітал ускладнюється та набуває нових форм, які передбачають здатність освоювати цифрові компетентності, бути адаптивним та вміти працювати у віддаленому режимі.

1.2 Трансформація закономірностей розвитку людського капіталу від парадигми індустріалізації до цифровізації

Цифровізація економіки та поширення інформаційного простору є векторами економічного зростання, що пов'язано зі зміною якості розвитку людського капіталу, умов для вдосконалення людського потенціалу як основної продуктивної сили суспільства. Розвиток будь-якої країни передбачає постійні трансформації в структурі між основними секторами, видами економічної діяльності, підприємствами з різною формою власності та ін (розкрито автором у праці (Мельничук, 2022б)). Однак останній період розвитку економіки визначається проактивністю цифрових трансформацій, автоматизації, цифровізації та віртуалізації виробничих процесів, а також реформуванням розвитку людського капіталу в контексті становлення цифровізованого суспільства.

Цифрові перетворення, що торкнулись практично усіх сфер економіки, бізнесу, виробництва, а також людського капіталу, формуючи нові закономірності його розвитку, перешкоди та ризики зміни парадигми (рис. 1.4).

Зміна ролі людського капіталу в економіці. Перехід до економіки знань визначався як фаза розвитку індустріального суспільства, де розвиток залежав, з одного боку, від знань та досвіду, а з іншого боку – від матеріальних факторів. Аналізуючи погляди вчених на роль людського капіталу у попередньому підрозділі, можна констатувати, що зі зміною ставлення до працівників, переходу від поняття «робоча сила» до «людський капітал», відбулись зміни і в матеріально-технічній базі виробництва, а також почалось перенесення уваги з обсягів виробітку та виключно матеріального збагачення до врахування потреб працівників, оскільки людський капітал містить у собі велике різноманіття інтелектуальних, культурних, духовних та фізичних якостей, які, у свою чергу, прямо або опосередковано впливають на функціонування ринку праці. У сучасних умовах все частіше розглядають ринок людського капіталу, як важливу складову

частину ринку праці. З позиції цифровізації це виражається у використанні людського капіталу для впровадження цифрових технологій.

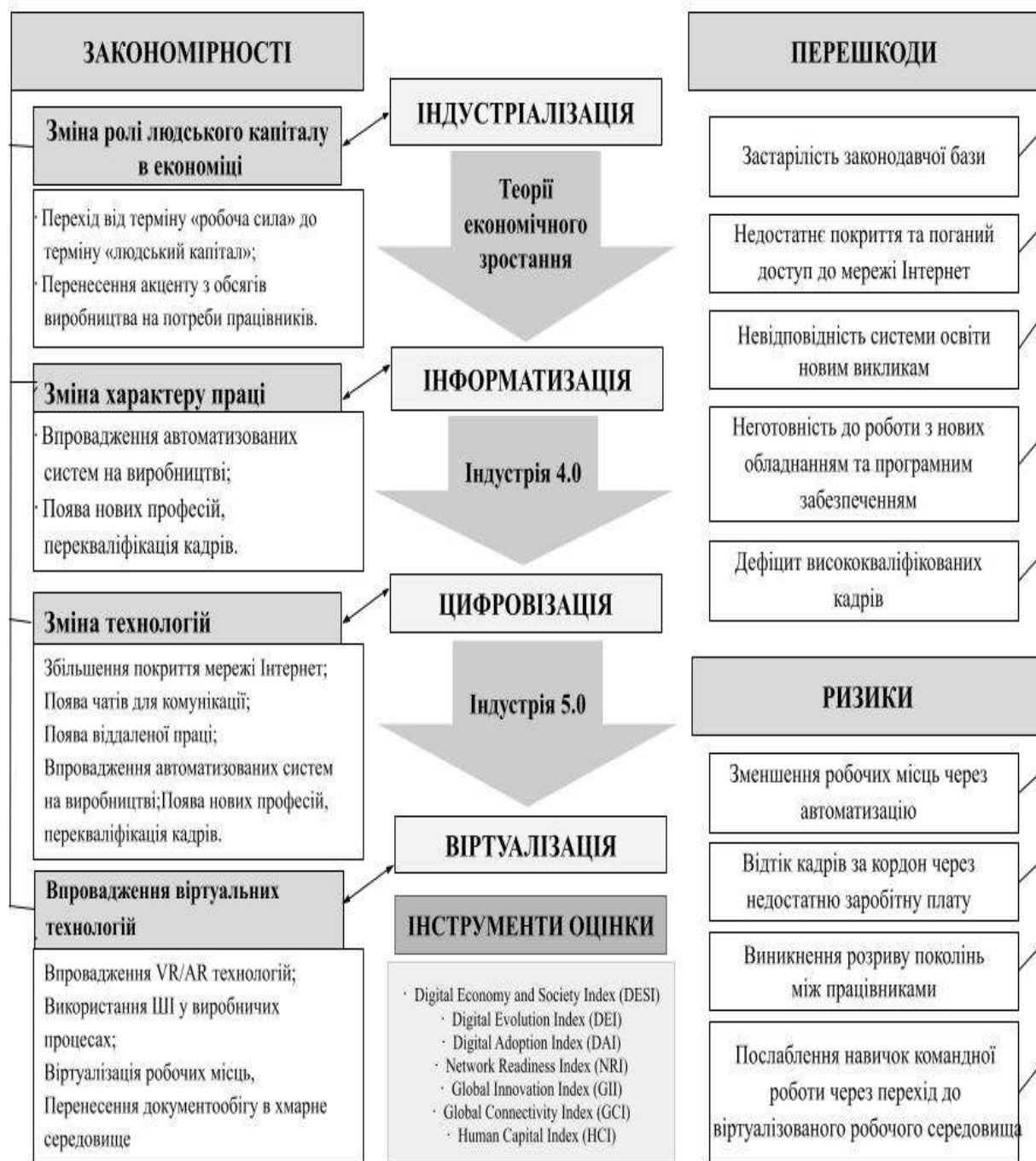


Рисунок 1.4 – Закономірності розвитку людського капіталу, перешкоди та ризики в умовах переходу від індустріалізації до цифровізації економіки (складено автором)

Зміна характеру праці. Початок застосування автоматизованого обладнання на виробництві став причиною зміни характеру праці, необхідності перекваліфікації працівників, а також пошуку нового персоналу, здатного освоїти

нові знання та адаптуватись до сучасності. Беззаперечно, перехід від індустріалізації до інформатизації суспільства був поступовим, але закономірним, адже рушійною силою всіх перетворень завжди була людина. Глобальна інформатизація породила технології, які генерують нові професії, нові форми праці, що є сталим процесом останнє десятиліття. Нові тенденції в розвитку людського капіталу формують нові професійні тенденції, а синтез вже існуючих напрямів переміщує їх в іншу змістовну сферу (розкрито автором у праці (Melnychuk, 2019)). Наприклад, збільшення професійного інформаційного простору в бік інтелектуалізації, потребує не лише володіння технологіями, а й збільшення знань у професійній та дотичній до неї сферах. Зростання інформаційної складової у професійній діяльності певних галузей передбачає віртуалізацію деяких процесів, але не тотальну автоматизацію, а лише їх заміщення (Ghobakhloo, 2020). Людський капітал стає визначним у виконанні оперативних та контролюючих функцій.

Дослідження Глобального інституту McKinsey показують, що як в розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються, працівники без вищої освіти стикаються з більшими ризиками автоматизації праці, що підтверджує думку про те, що вища освіта допомагає розвивати навички та вміння, корисні для виконання більш складних завдань, які вимагають іншого, вищого рівня сприйняття, а також творчого та соціального інтелекту, які неможливо автоматизувати (McKinsey Global Institute, 2017).

Навчання має відбуватись поступово, підлаштовуючись під зміни. Беззаперечним є той факт, що швидкість цифровізації та інформатизації суспільства у кожній країні є різною, тому в одній державі може вже доцільно переходити до віртуальної економіки, тоді як в іншій ще лише почали переходити до цифрової. Сценарії для країн повинні бути різні, їх можна об'єднувати в кластери за рівнями цифровізації. Якщо казати про конкретну державу, то різні види підприємств і немає єдиного уніфікованого підходу для всіх.

Зміна технологій. З початком цифровізації економіки змінився характер праці, що призвело до виникнення інших видів діяльності та форм праці, таких як

віддалена праця, фрілансинг, аутсорсинг тощо. Дані зміни відбуваються не лише на рівні підприємств як перехід до праці через мережу Інтернет та створення віртуальних корпорацій, але і на макроекономічному рівні – завдяки об'єднанню великої кількості галузей в одну (розкрито автором у праці (Melnychuk, 2019)). Так, обчислювальна техніка (комп'ютери та їх програмне забезпечення), засоби комунікації (Інтернет, телефон) та інформації (онлайн-бібліотеки, новинні канали) впроваджуються в виробничі та комунікативні процеси цифрової економіки, а також сприяють подальшим трансформаціям суспільства.

Зростання доступу до високошвидкісного Інтернету призвело до трансформацій структури роботи, через те, що було надано постійний доступ до інформації, вдосконалено зв'язність, підвищено ефективність бізнес-процесів, а також покращено гнучкість роботи як для працівників, так і для роботодавців (Frontier issues, 2017).

Науковці вважають, що натеper інформаційні технології можуть мати вирішальне значення у зміцненні зв'язку між зростанням продуктивності, інвестиціями та покращенням рівня зайнятості (Townsend & Bennett, 2003). Нові види послуг, які можна знайти в соціальних мережах або в цілому в мережі Інтернет, здатні створити багато робочих посад, що підтверджує практика останніх років (Townsend & Bennett, 2003).

Цифрова трансформація стосується кожної сфери життя. Згідно з визначенням Українського інституту майбутнього, цифрова трансформація (цифровізація) – це запровадження цифрових технологій в людське життя і взаємодію з іншими людьми, а також у виробничі процеси на підприємствах тощо. Цифровізацію можна охарактеризувати як переміщення певних процесів з реальності в онлайн простір (Український інститут майбутнього, 2023).

Провівши ретельне наукове дослідження, Український інститут майбутнього визначив основні тренди в Україні до 2030 року відповідно до чинного законодавства та стратегій на майбутнє (Український інститут майбутнього, 2023). Відповідно до нього цифровізація галузей, а також окремих

підприємств, створення різноманітних платформ для розвитку людського капіталу є одним із трендів сьогодення.

Звісно, що існує ціла низка перешкод на шляху до цифрових трансформацій у сфері бізнесу, до яких можна віднести такі, як застарілість законодавчої бази, недостатнє покриття та доступ до мережі Інтернет, невідповідність системи освіти новим викликам суспільства, неготовність до роботи з нових обладнанням та програмним забезпеченням, дефіцит висококваліфікованих кадрів у сфері цифровізації, але все це можна змінити та покращити, адже людський капітал України характеризується значною гнучкістю та адаптивністю, що зумовлена постійними історичними змінами в державі (Український інститут майбутнього, 2023).

Відмітимо той факт, що процес цифровізації в Україні почав пришвидшуватись у березні 2020 року, коли світ стикнувся з форс-мажорними обставинами, які змінили глобальний хід подій (розкрито автором у праці (Мельничук, 2022б)). Більшість українських підприємств та державних установ не були готові до переведення робочих процесів у дистанційний режим. Кадри не були підготовлені та здебільшого не мали належного устаткування, такого як хмарний робочий простір, віртуальні кабінети, віддалений доступ до робочих матеріалів та багато іншого. Лише ІТ компанії на початку локдауну не відчували значного впливу форс-мажорних обставин через те, що вони вже мали той інструмент, завдяки якому можна ефективно розвивати людський капітал, використовуючи програмне забезпечення, що дозволяє забезпечувати нормальний робочий процес знаходячись за межами робочих місць. Даний факт засвідчив, що сфера інформаційних технологій в Україні є проактивною та не зупиняється на досягнутому, тоді як більшість підприємств інших галузей промисловості реагувало на ситуацію, зважаючи на власні стратегії розвитку і намагаючись підлаштовуватись під нові реалії (розкрито автором у праці (Мельничук, 2022б)).

Звертаючи увагу на розвиток людського капіталу в Україні до 2020 року, можна констатувати той факт, що компанії здебільшого використовували застарілі методи роботи з підбору, навчання та розвитку людського капіталу. Після ж форс-

мажорних обставин, більшість компаній почали шукати вихід з ситуації та перебудовувати процеси, зважаючи на нові обставини. Усе частіше в науковій літературі з'являються такі поняття як смарт фабрика та цифрова фабрика, а також хмарні технології, віддалений доступ, онлайн комунікації та багато інших, які стали трендами цифровізації та Індустрії 4.0 (АППАУ, 2022).

Ініціатива Індустрії 4.0 була висловлена в Німеччині, де сформульовано стратегію щодо технологічних змін до 2020 року, яка спрямована на цифровізацію, автоматизацію, зміну моделей виробництва і переосмислення ведення бізнесу в XXI столітті. Нові технології породжують зміни і якщо в Індустрії 4.0. визначними темами були інформаційні технології, аналітика великих даних, машинне навчання та штучний інтелект, то останнім часом все частіше стало запроваджуватись поняття Індустрії 5.0, що переносить акцент уваги з тотальної цифровізації на соціально-економічні аспекти, що пов'язані з людським капіталом.

Рух до Індустрії 5.0 прискорився після COVID-19, але вперше був сформульований в Японії ще 2015 року. Відповідно до нової концепції Європейської комісії, Індустрія 5.0. налаштована на збалансування цифрових технологій та екологічних змін, акцентуючи увагу на ролі людського капіталу (Publications Office for European Union, 2021). У положенні Євросоюзу «Industry 5.0: A Transformative Vision for Europe» критикуються деякі пункти з Індустрії 4.0, вказуючи на збільшення нерівності між різними країнами, оскільки в сучасній цифровій економіці лідерські позиції утримують технологічно розвинені держави, а також вказано, що Індустрії 4.0 бракує кількох характеристик, які необхідні для більш сталого та рівного суспільства, зокрема забезпечення повного врахування економічних, соціальних та кліматичних змін середовища, акцентування на праці людського капіталу, а не заміщенні його роботизованими системами (Publications Office for European Union, 2021).

Порівнюючи з концепцією Індустрії 5.0, трансформації вже пов'язують зі змінами в екологічних питаннях, збільшенням сталості економіки в умовах цифровізації, а також збільшення стійкості економіки до нових обставин, що враховує усі недоліки попередньої концепції, а також вказано, що Індустрія 4.0.

вже не є дотичною з кліматичними та іншими цілями до 2030 року. Звісно, що й концепція Індустрії 5.0. не могла передбачити настільки глобальні масштаби як російсько-українська повномасштабна війна, що невпинно буде змінювати вектори подальшого розвитку світу та подолання наслідків агресії.

Для наочного представлення схожостей та відмінностей між двома стратегіями проведено їх компаративний аналіз (табл.1.4).

Таблиця 1.4 – Компаративний аналіз стратегій Індустрія 4.0 та Індустрія 5.0

Критерій	Індустрія 4.0	Індустрія 5.0
Сфера застосування	Промисловий сектор	Промисловий та споживчий сектор
Цифрові технології	Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), великі дані та машинне навчання	Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), великі дані, машинне навчання та когнітивні науки
Ціль	Оптимізація продуктивності, ефективності та якості	Оптимізація продуктивності, ефективності, якості та сталості
Підхід	Технічний підхід	Технічний та людський підхід
Результати	Зниження витрат, підвищення якості та зростання продуктивності	Зниження витрат, підвищення якості, зростання продуктивності та сталості
Виклики	Зміни в робочій силі, безпека та конфіденційність даних	Зміни в робочій силі, безпека та конфіденційність даних, сталість
Переваги	Зростання продуктивності, зниження витрат, підвищення якості, кращий сервіс клієнтів	Зростання продуктивності, зниження витрат, підвищення якості, кращий сервіс клієнтів, сталість

Узагальнено автором на основі (Publications Office for European Union, 2021; McKinsey&Company, 2022)

Слід звернути увагу на концепцію Індустрії 5.0, адже Індустрія 4.0 звертається більше до технологічних змін, не звертаючи значної уваги на соціальні та кліматичні ризики, а також на роль людини в цифровій економіці, тоді як Індустрія 5.0 фокусується на зміні підходу до людського капіталу, роблячи його сильнішим через використання цифрових технологій, вводячи корпоративну відповідальність, а також індикатори, що аналізують стійкість, процвітання і сталість. Не потрібно забувати, що штучний інтелект може замінити людину, тому треба зацентуватись на тому, щоб працювати, використовуючи технології штучного інтелекту, а не даючи йому посісти місце людського капіталу на

підприємствах. Розвиток людського капіталу, переведення його функцій до оператора змін, а не до потенційного безробіття і є важливим проривом нової концепції розвитку суспільства. Тобто, треба враховувати той факт, що інформаційні технології, з одного боку, зменшують кількість робочих місць у деяких галузях, але з іншого боку, вони сприяють створенню нових професій або наповнюючи вже існуючі професії цифровими та віртуальними характеристиками (розкрито автором у праці (Melnychuk & Boiarynova, 2023a)).

Впровадження віртуальних технологій. В останні роки все більше простежується перехід до цифрових додатків для комунікацій, зв'язку та збереження інформації. Хмарні технології з можливістю віддаленого доступу, робочі чати в популярних соціальних мережах, використання конференц зв'язку – це лише мінімальний набір інструментів, якими вже користуються (розкрито автором у праці (Мельничук & Бояринова, 2023a)). Наразі все віртуалізується і тому важливим кроком для підприємців є можливість запропонувати працівникам програми для поступової адаптації до нового інформатизованого суспільства.

Концепція Індустрії 5.0 з її людино-центристською спрямованістю доводить той факт, що не всі процеси можуть бути роботизовані і людина стає ключовою фігурою в переході світу від цифрової економіки до економіки віртуальної. Беззаперечно, що думки науковців розділяються в даному питанні. Деякі висловлюють занепокоєння щодо виникнення тотального безробіття у зв'язку з глобальною цифровізацією, що й стало одним з недоліків, який не був врахований у концепції Індустрії 4.0. (Szabó-Szentgróti, Végvári & Varga, 2021).

Віртуалізація є поглибленням цифровізації суспільства. VR та AR технології (віртуальна та доповнена реальність) дозволяють подивитись на виробництво з іншого боку, наприклад, візуалізувати деталі для установок, перекваліфіковувати працівників використовуючи віртуальні симулятори та ін. Впровадження цифрових та віртуальних технологій на виробництві, у сфері послуг та торгівлі також стало основою для створення мережі підприємства та запровадження аналізу даних за допомогою штучного інтелекту (розкрито автором у праці (Melnychuk, Pavloshchuk & Roshchyna, 2019)). Натепер, технології з використанням

штучного інтелекту невпинно розвиваються, адже це нова віха розвитку суспільства та перехід до віртуалізації даних, зміни певних виробничих процесів або ж повна заміна людської праці роботизованими системами. Наприклад, ChatGPT спричинив цілу низку досліджень науковцями, адже він може не лише підказувати, створювати та оновлювати інформацію, але й замінити людей деяких професій, таких як журналісти, редактори, IT-спеціалісти. Тобто дане програмне забезпечення потрібно розглядати не лише з точки зору розширення можливостей та скорочення часу на пошук інформації тощо, але і як виклик для суспільства в цілому. ChatGPT – це технологія сьогодення, але до цього існувало безліч додатків, які стали передумовою виникнення штучного інтелекту та пов'язаного з ним програмного забезпечення (Biswas, 2023).

Звісно, зв'язки з дійсністю не мають перериватись, адже перехід до повної віртуалізації на даному етапі розвитку не є можливим та має певні ризики, серед яких можна виокремити такі як зменшення робочих місць через автоматизацію, виникнення розриву поколінь між працівниками; зниження навичок роботи в команді через перехід до віртуалізованого робочого середовища; відтік кадрів закордон або фрілансинг у зарубіжних компаніях через недостатню заробітну плату. Очевидно, що інформаційні, цифрові та віртуальні технології мають вплив в довгостроковій перспективі на ринок праці, структурно змінюючи характеристики людського капіталу.

Говорячи про основні тенденції розвитку ринку праці під впливом новітніх технологій, можна виокремити те, що відбувається зростання вимог до освітнього рівня працюючих, збільшення кількості працівників цифрової та віртуальної сфери, глобалізація ринку праці, а також з'являються нові форми зайнятості. За даними міжнародних досліджень, нові технології будуть і надалі приносити зміни в розвиток людського капіталу та підвищення кваліфікації. Так само, як це було в перші дві технічні революції, автоматизація витісняє високоосвічених і кваліфікованих спеціалістів (Frontier issues, 2017).

Роботи, що замінюють лікарів, перекладачів, редакторів, юристів, архітекторів, репортерів і навіть програмістів – це вже частина нових реалій, тому

впровадження Індустрії 5.0, мета якої зберегти робочі місця, переформатувавши підходи до виробничих процесів та розвинувши людський капітал до ланки оператора змін та управління інноваціями, цифрових та віртуальних технологій, можна уникнути негативних прогнозів щодо витіснення кваліфікованих спеціалістів на тлі роботизації. Ось чому в наш час існує потреба в висококваліфікованих фахівцях та гнучкому розвитку людського капіталу, який буде керувати процесами автоматизації, цифровізації, віртуалізації та контролювати їх.

Ефективне функціонування економіки на макро- та мікрорівні вимагає максимально можливих відповідностей кваліфікації та знань в працівника з вимогами, які йому необхідні для обслуговування сучасного обладнання. На даному етапі розвитку суспільства це особливо важливо. Зрештою, роботодавців цікавить кваліфікація працівника, його здатність виконувати конкретні функції.

Перетворення українського ринку праці вимагає цифровізації багатьох традиційних структур (біржа праці, регіональних центрів розвитку), а також сфери підбору персоналу (переформатування відділів кадрів на сучасний лад). Беззаперечно, що інформаційна економіка та цифровізація підприємств підвищує вимоги до ступеня комп'ютерної грамотності працюючих (розкрито автором у праці (Melnychuk, Roshchina & Bordanova, 2018)). З ускладненням операцій вимоги до людського капіталу також змінюються. Існує потреба у високій адаптивності до змін і гнучкості, що вимагає більш інтенсивного цифрового навчання, покликаного пришвидшити та покращити переключення працівників на різні види діяльності в конвергентному соціально-економічному просторі, тобто, збільшує потребу в працівниках з різноманітними навичками, так званими професійними (hard skills) та загальними особистісними м'якими (soft skills) навичками.

Процес дестандартизації робочих посад починається зі збільшення різноманіття професій в структурі підприємства, що критикує однотипне виробництво, яке вимагає однакових навичок від працівників. В останні роки набув поширення інститут медіаторів, який спеціалізується на пошуку підготовленого людського капіталу. Це так звані хедхантингові фірми, що спеціалізуються на

замовленнях компаній з пошуку, залученні та відборі людського капіталу (розкрито автором у праці (Melnychuk & Boiarynova, 2023a)). Нині популярних напрямом є віддалена робота, що передбачає віртуалізацію робочих місць. Зазначене знаходиться на стадії початкових процесів розвитку, законодавча база ще не сформована, і для сучасних очевидних трансформацій в цифровізованому та частково віртуалізованому суспільстві не має адміністрування, а також сценаріїв для підприємств України.

Основна частина наявних досліджень зосереджена на технологічній доцільності цифровізації, без оцінки економічної, нормативної або соціальної складової (Тульчинська, 2023; Смоляр, Іляш & Трофименко, 2021). Технологічна можливість автоматизації й цифровізації ще не означає економічну оптимальність, саме на це було вказано як на недолік концепції Індустрії 4.0, яка базувалась лише на технологічному підході, не загострюючи увагу на соціальних, економічних та екологічних аспектах.

Підприємства мають зважувати усі переваги та недоліки цифровізації, зважаючи на витрати на залежність між впровадженням і збільшенням ефективності та продуктивності. Впровадження нових технологій вимагає здатності залучати значні витрати, в тому числі на матеріали, розвитку людського капіталу та постійну цифровізацію підприємства.

Існують мультифункціональні показники та індекси, які стосуються глобальної цифрової трансформації та переходу до цифрової економіки. Вони створені за підтримки провідних організацій світу, які є інструментами оцінки, що вираховують стан певної країни на шляху до інформатизації та цифровізації, зважаючи на всі можливі фактори, які пов'язані з переходом.

Як можна побачити з рис.1.5, людський капітал відіграє одну з ключових ролей у визначенні індексу держави в даній сфері, що вкотре доводить той факт, що від розвитку людського капіталу напряду залежить розвиток підприємств, економіки, а також подальше становлення цифрової економіки.

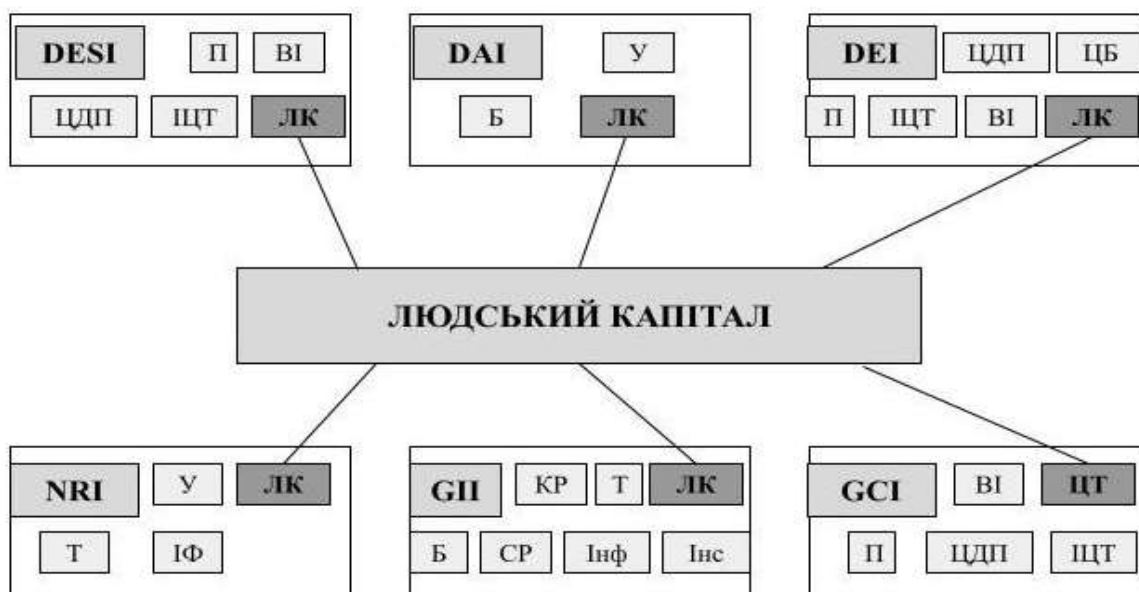


Рисунок 1.5 – Показники індексів цифровізації суспільства, пов’язані з людським капіталом

(узагальнено автором на основі загальновідомих показників)

Найбільш детальним індексом є Індекс DESI (табл. 1.5), який, на жаль, не розраховувався в Україні, але наприкінці 2021 року уряд оголосив про плани запровадити дану індексацію в державі для визначення динаміки та прогресу цифрового розвитку та порівнювати дані з економіками країн Європейського Союзу (Судово-юридична газета, 2021).

Таблиця 1.5 – Інтерпретація показників індексу цифровізації економіки і суспільства DESI

Показники	Опис
Підключення (П)	Включення широкосмугового інтернету і якість підключення в країнах-членах ЄС.
Людський капітал (ЛК)	Рівень цифрової грамотності населення та кількість випускників вищих навчальних закладів, які вивчали цифрові навички.
Використання Інтернету (ВІ)	Поширення використання Інтернету в різних сферах життя, таких як робота, навчання та спілкування.
Інтеграція цифрових технологій (ЦТ)	Використання цифрових технологій у бізнесі та публічному секторі.
Цифрові державні послуги (ЦДП)	Доступність і якість державних послуг, які надаються в електронній формі.

Узагальнено на основі (EU4Digital, 2020)

Визначення індексу DESI в Україні надало б обширніший огляд ситуації щодо цифрових трансформацій певних сфер промисловості, адже наразі наявна інформація є обмеженою і не характеризується комплексністю.

У 2016 році після проведення чергового дослідження у звіті World Bank Group було зазначено, що для дієвого функціонування цифрової економіки в умовах безперервних цифрових трансформацій потрібні певні структурні компоненти, а саме: інформаційно-телекомунікаційні технології, людський капітал, сприятливий бізнес-клімат та ефективне управління. (World Bank Group, 2016). Тобто, доступ до технологій породжує попит на нові цифрові навички у працівників, перехід певної сфери промисловості на цифрові рейки, стимулюючи при цьому створення підприємств нового типу та даючи можливість ефективно управляти, уникаючи бюрократії та забезпечуючи прозорість надання певних послуг. Дані компоненти стали одними з 108 унікальних параметрів при розрахунку Індексу цифрової еволюції (Digital Evolution Index, DEI) (The Fletcher School at Tufts University & Mastercard, 2017), що визначає рівень впровадження цифровізації в повсякденне існування людей за параметрами (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Інтерпретація показників індексу цифрової еволюції DEI

Показники	Опис
Підключення (П)	Доступ до широкосмугового інтернету та якості підключення в країнах.
Людський капітал (ЛК)	Рівень цифрової грамотності населення та кількість випускників вищих навчальних закладів, які вивчали цифрові навички.
Використання Інтернету (ВІ)	Поширення використання Інтернету в різних сферах життя, таких як робота, навчання та спілкування.
Інтеграція цифрових технологій (ІЦТ)	Використання цифрових технологій у бізнесі та публічному секторі.
Цифрові державні послуги (ЦДП)	Доступність і якість державних послуг, які надаються в електронній формі.
Цифровий бізнес (ЦБ)	Використання цифрових технологій у бізнесі, зокрема електронну торгівлю, електронні платежі та використання хмарних обчислень.

Узагальнено на основі (Digital Evolution Index, 2022)

Зокрема, у доповіді визначався такий цікавий і, на нашу думку, важливий параметр як рівень цифрової довіри, який включав в себе такі компоненти як поведінка (толерантність, залучення цифрової комерції), ставлення (довіра до

технологій, бізнес організацій, сфери захисту даних і т.д.), середовище (безпека та приватність) та досвід. (Digital Planet, 2017)

На жаль, індексування проводилось у 2017 році і Україна не була залучена до даного дослідження, але ключові параметри цього індексу цікавлять нас з точки зору розробки власної методики у сфері розвитку людського капіталу підприємств в умовах цифровізації економіки. Сектори, що аналізуються в Індексі цифрової готовності NRI згруповані в «Технології» (Т), «Люди» (ЛК), «Уряд» (У) та «Вплив різних факторів» (ІФ) (на готовність до цифровізації). Подібно до NRI, індекс цифрової адаптації DAI складається з 3 показників – уряду (У), людини (ЛК) та бізнесу (Б). Глобальний інноваційний індекс, у свою чергу, складається з «Інституцій» (Інс), «Людський капітал та дослідження» (ЛК), «Інфраструктура» (Інф), «Складність ринку» (СР), «Складність бізнесу» (Б), «Результати знань і технологій» (Т) та «Креативні результати» (КР), тоді як глобальний індекс проникнення GCI, подібно до індексу DESI, включає «Підключення», «Цифрові таланти», «Використання Інтернету», «Інтеграція цифрових технологій», «Цифрові державні послуги».

Як ми вже побачили усі розглянуті показники, які пов'язані з цифровізацією, включають в себе людський капітал та можливі складові розвитку.

Загалом, для наочного сприйняття розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки та узагальнення чинників сформуємо аналіз за ключовими факторами (табл. 1.7).

Перевагами сформованих умов розвитку людського капіталу можна вважати доступ до інформації та інструментів, які дозволяють навчатися та співпрацювати, отримувати нові знання та навички в режимі онлайн, креативність, інноваційність та здатність до адаптації. Недоліками можна вважати нестачу цифрових навичок та кваліфікованих кадрів, які ними володіють, нерівномірний доступ до технологій, а також неготовність суспільства до змін, спричинених цифровізацією.

Безперечно, розвиток людського капіталу дає можливість покращення якості життя людей, створення нових робочих місць, дає поштовх до підвищення продуктивності праці як людини, так і підприємства, а також сприяє економічному

розвитку. Основними загрозами розвитку людського капіталу в умовах цифровізації можна вважати зниження зайнятості, розрив поколінь з рівним рівнем володіння цифровими технологіями, відтік кадрів за кордон, а також збільшення віртуальної залежності, оскільки люди проводять більше часу в мережі Інтернет.

Таблиця 1.7– Ключові фактори умов розвитку людського капіталу за цифровізації економіки

Група	Фактори
Переваги	Доступ до інформації та інструментів, що дозволяють навчатися та співпрацювати в режимі реального часу. Можливість отримувати нові знання та навички, необхідні для успіху. Креативність і інноваційність людей. Здатність до адаптації.
Недоліки	Нерівномірний доступ до цифрових технологій. Нестача кваліфікованих кадрів. Нестача навичок, необхідних для роботи в цифровому середовищі. Неготовність суспільства до змін, спричинених цифровізацією
Можливості	Створення нових робочих місць, які потребують нових знань і навичок. Покращення якості життя людей. Зростання продуктивності праці. Зростання економічного розвитку
Загрози	Зниження зайнятості в деяких секторах економіки. Розрив поколінь. Відтік кадрів за кордон. Збільшення віртуальної залежності.

Сформовано автором

Підсумовуючи закономірності розвитку людського капіталу в процесі становлення цифрової економіки, зазначимо, що трансформація ролі людського капіталу розпочалась на етапі індустріалізації та продовжує змінюватись. У той самий час не можна сказати, що цей процес відбувається швидко, адже є низка перешкод та ризиків, а процес перекваліфікації, створення нових спеціалізацій у сфері освіти та формування законодавчої бази відбувається реактивно, слідуючи світовим тенденціям та глобальним викликам цифрової економіки та суспільства.

1.3 Концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки

Цифровізація стрімко розповсюджується на економіку як загалом, так і на промислові підприємства. Безперечно, процеси трансформації відбуваються і на всіх рівнях розвитку людського капіталу. Саме тому вкрай важливим є формування концепції розвитку людського капіталу, без якої розвиток промислових підприємств відповідно до швидкоплинних процесів цифровізації економіки стане уповільненим.

Пропонована логіко-структурна схема концептуальних положень розвитку людського капіталу промислових підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки наведена на рис. 1.6. Варто зазначити, що метою концепції визначено *розвиток людського капіталу промислових підприємств невідривно від процесів цифровізації економіки*. Цифровізація економіки формує нові вимоги до людського капіталу та визначає необхідність підвищення рівня цифрових компетентностей, збільшення цифрової грамотності й формування особистості в цифровому суспільстві, що володітиме сучасними професійними навичками в бізнес-процесах та на виробництві, цифровою безпекою. Тісне переплетіння всіх виробничо-економічних процесів з цифровими технологіями, автоматизованим обладнанням, цифровими послугами, в яких задіяні працівники підприємства визначає вагому потребу у розвитку практично всіх складових людського капіталу на засадах цифровізації. Ключовими цілями розвитку людського капіталу визначено:

- ефективне використання людського капіталу в процесах цифровізації виробничо-економічної діяльності підприємств. Людський капітал з рівнем розвитку, який відповідає вимогам цифровізації економіки може бути використаний у виробничих, економічних, управлінських процесах промислових підприємств більш ефективно, приносячи додаткову цінність продукції і її супутнього обслуговування;



Примітка: ЛК – людський капітал

Рисунок 1.6 – Логіко-структурна схема концептуальних положень розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки (розроблено автором)

- підвищення функціональності та адаптивності людського капіталу промислових підприємств до викликів цифровізації. Предметом розвитку людського капіталу є також і підвищення його функціональності у виробничих, адміністративних та креативних процесах. Для ефективної роботи з цифровими технологіями працівники повинні мати необхідні знання та навички роботи з комп'ютерами, а також з конкретними програмами та системами, що використовуються на підприємстві. Людський капітал є ресурсом, який швидко адаптується до змін, викликаних цифровізацією, тому створення сприятливого робочого середовища, яке заохочує до навчання, творчості та інновацій, запровадження гнучких систем оплати праці та відпусток, а також створення можливості для професійного розвитку з застосуванням цифрових технологій та кар'єрного зростання є інструментами для швидкої переорієнтації та адаптації людського капіталу відповідно до умов цифровізації

Теоретичним підґрунтям розвитку людського капіталу є теорія людського капіталу, яка має поєднуватись з теорією інформаційного суспільства та концепціями і стратегіями Індустрій 4.0 і 5.0.

Як визначають науковці, теорія людського капіталу – це науковий спосіб осмислення соціально-економічних процесів у суспільстві із приводу формування й розвитку людського капіталу, організації використання людських ресурсів, людського потенціалу в процесах проведення суспільного багатства, створення й присвоєння доходів різними соціальними групами людей (Хімченко & Лех, 2012). Теорію інформаційного суспільства розглядають як складову частину теорії постіндустріального суспільства та як методологічну основу теорії інформаційної економіки, так само, як інформаційна економіка є невід'ємною складовою постіндустріальної сервісно-інформаційної економіки, а теорія інформаційної економіки – її теоретико методологічним підґрунтям (Маслов, 2011). Поєднання цих двох теорій визначає, що людина на підприємстві займає ключове місце і від неї залежить його ефективність та конкурентоспроможність. Варто зазначити, що адаптація до інформаційного, а згодом і до цифрового суспільства, яке має власні

правила та принципи розвитку відбуватиметься поступово. Забезпечення ж такої адаптації визначається гнучкістю людського капіталу в нових реаліях цифрових трансформацій, а також його проактивністю у підготовці та подальшій адаптації до переходу людства в віртуальну економіку.

Згідно проведеного аналізу теорій, концепцій та закономірностей розвитку людського капіталу в умовах цифровізації, можна стверджувати, що такий капітал є ключовим ресурсом для промислового підприємства, оскільки знання, навички, досвід та розумові здібності працівників впливають на цифровий розвиток підприємств, а стратегія розвитку Індустрія 4.0 з можливим переходом в найближчому майбутньому на удосконалену версію стратегії – Індустрію 5.0 лише збільшить людино-центристський підхід у усіх сферах життєдіяльності.

Концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки мають базуватись на ряді концептів:

– використання унікальних іманентних властивостей людського капіталу. Люди навчаються на власному досвіді або на досвіді інших, вчать розуміти складні поняття та ідеї. Здатність до навчання та розуміння, розвиток знань та навичок дозволяє адаптуватися, коли умови змінюються. На індивідуальному рівні адаптація відбувається за допомогою таких механізмів, як навчання, раціональне мислення й соціальне пізнання. Люди навчаються новим способам поведінки, мислення й спілкування завдяки взаємодії з іншими людьми й навколишнім середовищем. На груповому рівні адаптація відбувається за допомогою таких механізмів, як культура, соціальні норми й інститути. Індивідуальна адаптація дозволяє людям пристосовуватися до нових умов і ситуацій, тоді як групова адаптація допомагає людям функціонувати в суспільстві.

– узгодженості інвестицій в розвиток людського капіталу та цифровізації техніко-технологічної бази. Такий концепт обґрунтовано тим, що для промислових підприємств здебільшого притаманні вкладення у розвиток обладнання та матеріально-технічного забезпечення й їх інноваційного оновлення. Звичайно ж, паралельно з цими процесами проходить навчання працівників як

користувачів даних технологій. З позиції ж розвитку людського капіталу, необхідним є інвестування не тільки в навчання працівників, а й у поглиблення їх цифрових компетентностей, які виходять далеко за рамки про простих користувачів автоматизованого обладнання;

— збалансованість розвитку цифрових компетентностей працівників та власників. Працівники повинні мати необхідні знання та навички, щоб використовувати цифрові технології, тоді як власники повинні розуміти можливості та ризики цифрових технологій, щоб приймати обґрунтовані рішення щодо їх впровадження. Для досягнення балансу в розвитку цифрових компетентностей працівників та власників підприємства можна започаткувати культуру корпоративної співпраці, створивши спільний освітній простір для навчання цифровим компетентностям, при цьому заохочуючи працівників до використання цифрових технологій у своїй роботі, а власників до інвестування в цифрові технології;

— синхронізація розвитку цифрових компетентностей людського капіталу з стратегіями цифровізації. Розвиток цифрових компетентностей має відбуватись у відповідності до обраної стратегії цифровізації підприємства. Безперечно, володіння базовими цифровими компетентностями необхідно всім працівникам підприємства, а також власникам незалежно від стратегії цифровізації, тоді як набуття спеціальних цифрових компетентностей, пов'язаних з професійною діяльністю, має корелювати зі стратегією. Синхронний розвиток цифрових компетентностей людського капіталу з стратегіями цифровізації забезпечить точне, ефективне впровадження цифрових технологій на підприємстві.

Розвиток людського капіталу має базуватись на принципах, які є дещо традиційними, однак з трансформацією економічних процесів, середовища на засадах цифровізації змінюються підходи, які закладено у їх дотримання.

Так, наприклад, *принцип прогресивності* можна визначити по-новому. Потрібно не лише слідкувати за тенденціями та слідувати прикладу розвинутих країн, а й вибудовувати власні сценарії, які були б унікальними і зважали на можливості та рівень розвитку цифрових навичок людського капіталу. Певні

промислові підприємства мають досвід цифровізації процесів, наприклад, в адмініструванні або підборі працівників, тоді як підприємства в ІТ сфері вже давно переформатувались, їм потрібне лише коригування, доопрацювання механізму. Певні підприємства взагалі ще не розпочали процес цифровізації. Людський капітал повинен мати можливість постійно навчатися та розвивати свої навички, щоб відповідати вимогам ринку праці. Нові навички та компетенції стають необхідними для успіху в роботі, оскільки цифрові технології постійно розвиваються. Принцип прогресивності, спираючись на досвід цифровізації українських та зарубіжних компаній, націлений на допомогу в навчанні та розвитку людського капіталу.

Щодо *принципу комплексності* варто зазначити, що слід звернути увагу не лише на всі фактори, які впливають на розвиток та діяльність людського капіталу, а й на ті фактори, які можливо з'являться в майбутньому. Тобто спрогнозувати можливі зміни та бути готовими, що ці фактори теж будуть визначати подальший розвиток подій, а також визначити, на які фактори виробництва впливає безпосередньо людський капітал. Так, наприклад, існує можливість врахувати зміни, які можуть відбутися, якщо подальший вектор розвитку України буде направлений на віртуалізацію. Принцип комплексності також допомагає нам зрозуміти, що людський капітал – це не просто сума окремих навичок та знань, а система, яка складається з різних елементів, які взаємодіють один з одним. Оскільки цифрові технології не є самодостатніми, а лише інструментами, які можна використовувати для вирішення проблем та досягнення цілей, для комплексного вирішення питань потрібен людський капітал, який мислить критично та здатен аналізувати.

Принцип проактивності доцільно вважати ключовим серед усіх принципів. Якби не форс-мажорні обставини 2020 року, суспільство не було б готове до переходу на цифрові рейки. Ця подія була першим поштовхом, який дозволив усвідомити необхідність переходу більшості процесів у цифровий простір. Це поступове часткове переведення певних процесів у дистанційний формат із застосуванням хмарних технологій, платформ для відео-конференцій та інших

інструментів дав можливість продовжувати роботу в час повномасштабної російсько-української війни. Люди стали гнучкішими та мобільнішими, переїжджаючи до менш постраждалих регіонів, не залишаючи роботу, а переходячи в цифрове середовище. Аналіз перспектив розвитку суспільства та готовність до змін ключова характеристика принципу проактивності. У контексті розвитку людського капіталу принцип проактивності означає здатність вчитися новому, готовність до змін та постійний пошук нових можливостей для зростання та утримання власних конкурентних позицій на ринку праці. Проактивні люди, тобто такі, які не лише підлаштовуються під виклики суспільства, а й аналізують та готуються до можливих подальших змін, мають перевагу в сучасному цифровому середовищі.

Принцип адаптивності або ж гнучкості є доповненням до принципу проактивності, оскільки проактивність передбачає прогнозування можливих змін у майбутньому, тоді як адаптивність допомагає підлаштуватись під зміни, зважаючи на різні ситуації та максимально ефективно перейти до нової концепції розвитку, як окремої людини, так і підприємства в цілому. Уміння бути гнучким означає збільшити перспективність та продуктивність, адже саме такий людський капітал та підприємство, яке характеризується гнучкістю, може встояти в конкурентному мінливому середовищі. Люди, які не можуть адаптуватись до нових реалій, стають безробітними, підприємства – банкрутують та зникають. Тобто, принцип адаптивності у контексті розвитку людського капіталу в умовах цифровізації означає здатність адаптуватися до нових технологій, змінювати свої навички та компетентності відповідно до потреб ринку праці. Наприклад, підприємства можуть адаптувати свою діяльність до цифрових технологій, використовуючи хмарне зберігання для обробки даних або автоматизуючи свої бізнес-операції.

Наступним принципом, який підібрано до нашої концепції, є *принцип економічності*, який передбачає мінімізацію витрат на виробничі процеси. Даний принцип у концепції цифровізації можна застосувати за допомогою впровадження стратегій цифрових компетентностей, оскільки діджиталізація документообігу та

комунікацій може спростити взаємозв'язок між підрозділами, підвищити інформованість, а також автоматизацію прийняття рішень. Принцип економічності означає, що необхідно використовувати мінімальну кількість ресурсів для досягнення максимального результату, а в контексті розвитку людського капіталу в умовах цифровізації використовувати цифрові технології для навчання та підвищення кваліфікації людей швидше, з меншими витратами та максимальною ефективністю.

Ще одним принципом, на який варто звернути увагу є *принцип перспективності*, який передбачатиме не лише зміни суспільства, які треба спрогнозувати в майбутньому, а й врахувати перспективи самої організації та людського капіталу у нових реаліях. Цифровізація переходить до віртуалізації, почнуть з'являтися нові аспекти розвитку, до яких треба бути готовим і завдяки яким з'являться нові перспективи як для працівників, так і в цілому для підприємства.

Розвиток людського капіталу має супроводжуватись методичним інструментарієм, який забезпечить як аналіз рівня розвитку, так і визначить необхідні цифрові компетентності впровадження та реалізації стратегій цифровізації промислових підприємств.

Насамперед необхідною є оцінка людського капіталу підприємства у вартісному вимірі.

Існують різні методичні підходи до оцінювання людського капіталу. Наприклад, для його оцінки окремого підприємства пропонується застосувати наступні показники за декілька років (Драган, 2011): чистий прибуток підприємства; середньомісячна заробітна плата одного працюючого у перерахунку на долари США; кількість інноваційних розробок; коефіцієнт плинності висококваліфікованих кадрів; підвищення кваліфікації працюючих; кількість працівників із вищою освітою (Драган, 2011).

Застосовується витратний підхід до визначення вартості людського капіталу на основі таких методів (Давидюк & Малюга, 2017):

— метод визначення початкових витрат передбачає калькулювання витрат на формування і відтворення людського капіталу і подальше дисконтування цих витрат. Він є основою для визначення первісної (бухгалтерською) вартості людського капіталу;

— метод обліку витрат на відновлення (відтворення). Вартість відновлення дорівнює вартості, необхідній для створення точної копії даного нематеріального активу. Сутність даного методу полягає в оцінці суб'єктивної цінності співробітника для конкретної компанії. Оцінка може бути отримана в результаті моделювання ситуації раптового звільнення працівника і розрахунку величини витрат на формування знань і навичок нового працівника, а також недоотриманого прибутку за час цього формування;

— метод обліку витрат на заміщення. Витрати на заміщення працівника включають вартість відбору, найму і підготовки заміщеної робочої сили, що формується з наступної групи витрат (Давидюк & Малюга, 2017).

З нашого погляду варто з'ясувати вартість людського капіталу для підприємства, що надасть можливість визначати наскільки підприємство ним забезпечене, яку частку такий капітал складає в загальній вартості. З цією метою можна застосувати *модель АК (Р.Лукаса)*, що враховує значення людського капіталу у вартісному вимірі. Застосування відповідних процедур до моделі, дозволяє визначати вартість людського капіталу через рівняння чистого доходу від реалізації продукції, в залежності від технологічного параметру, фізичного капіталу (основні засоби), чисельності працюючих і рівня людського капіталу, яким володіє типовий представник робочої сили.

Наступною методичною метрикою для застосування у розвитку людського капіталу має стати аналіз впливу людського капіталу на економічні показники підприємства. Знаючи вартість людського капіталу, доцільно визначити, чи має вона вплив на результуючі показники діяльності підприємства, такі як продуктивність праці, валовий прибуток на одну особу, дохід від використання праці одного працівника, що можна здійснити за допомогою кореляційного

аналізу. Це дозволить визначити значущість людського капіталу в ефективності виробничо-економічної діяльності підприємства.

Вкладення в розвиток людського капіталу в умовах цифровізації потребує з'ясування, чи, дійсно, умови, які створені для розвитку, забезпечують очікувані результати від використання такого капіталу після заходів з розвитку. З цією метою доцільно застосовувати причинно-наслідковий аналіз умов та результатів використання людського капіталу. Для цього можна скористатись *таксономічним аналізом*, що дозволяє визначити причинно-наслідкові зв'язки між показниками фінансово-господарської діяльності та розвитком людського капіталу в умовах цифровізації. Як показники умов для результативності розвитку людського капіталу можна використати: частку оплати праці в чистому доході, середню місячну оплату праці, фондоозброєність, рівень інвестицій на одну особу, загальний рівень плинності кадрів. Умови результативності використання людського капіталу доцільно оцінювати за такими показниками, як: продуктивність праці, валовий прибуток на одну особу, додана вартість людського капіталу, співвідношення темпу зростання валового прибутку та темпу зростання собівартості, а також співвідношення темпу зростання продуктивності праці та темпу зростання фонду оплати праці. На основі згортання параметрів та таксономічного аналізу можна встановити індекси умов забезпечення результативності людського капіталу та результативності використання людського капіталу. Їх порівняння дозволить визначати тип економічної поведінки підприємств та необхідні економічні дії для підвищення цифрових компетентностей працівників.

Наступним методичним інструментом є верифікація цифрових компетентностей стратегіям цифровізації. Така верифікація із застосуванням методу Сааті й індексу цифрової компетентності дозволяє визначати необхідний набір цифрових навичок для кожної із стратегій цифровізації, що оптимізує їх впровадження й забезпечить ефективність реалізації.

Впровадження стратегій цифровізації шляхом використання людського капіталу, розвиненого на засадах цифровізації потребує економіко-математичного

моделювання щодо визначення прогнозних даних доцільності вкладення у ряд заходів, серед яких підвищення фондоозброєності працівників цифровими технологіями та програмним забезпеченням, інвестуванням у навчання та підвищення кваліфікації працівників, підвищення заробітної плати працівників з високим рівнем цифрових компетентностей. Прогнозування прибутковості підприємства під впливом змін людського капіталу на засадах цифровізації дозволить встановити доцільність реалізованих економіко-організаційних заходів.

Практична імплементація концептуальних положень розвитку людського капіталу промислових підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки визначається рядом послідовних економічних дій, серед яких ключовими є навчання, інвестування і забезпечення фондоозброєності. Зміст останніх двох вже розглянуто вище. Сконцентруємо увагу на навчанні.

Навчання основний елемент системи, оскільки без освіти неможливий розвиток людського капіталу. Навчання також можна цифровізувати, оскільки натеper існує велика кількість інтернет платформ, які пропонують різні курси і є можливість проходити завдання та слухати лекції в зручний час. Нині відбувається перехід не лише до цифровізації, а й до віртуалізації, тому в майбутньому навчання буде відбуватись за допомогою доповненої реальності й сприятиме покращенню рівня ефективності цифрового навчання. Важливо зазначити, що для ефективної взаємодії необхідно впроваджувати навчання персоналу, але й власник також має оволодіти як компетентностями, щоб здійснювати контроль, аналізувати ступінь проникнення цифрових технологій в процеси, результати цифровізації тощо.

У наш час можливість особистісного зростання та навчання є значною перевагою для майбутнього працівника при виборі працедавця, тому імплементація програм навчання та застосунків зі штучним інтелектом є суттєвим внеском у подальший розвиток підприємства задля покращення життєдіяльності людського капіталу. Звісно, також необхідно враховувати й можливі загрози з використання штучного інтелекту на підприємствах, щоб людський капітал не був замінений на роботизований. Навички, необхідні для ефективної роботи, видозмінюються, тому розроблюється і з'являється нове програмне забезпечення,

що призводить до подальшої цифровізації. Наприклад, штучний інтелект, оцінивши навички працівників, може порадишити необхідні навчальні програми для перекваліфікації або особистісного розвитку, може аналізувати дані та сповіщати HR-відділ, хто з персоналу потребує професійної перекваліфікації та в якій сфері. Тобто завдяки інтелектуальним алгоритмам, штучний інтелект розробляє рекомендації, як допомогти людям навчатися ефективніше. Керівництво підприємств має змогу, використовуючи цифрові застосунки, розвинути людський капітал, докладаючи мінімум зусиль і економлячи не лише час, але й кошти, адже раніше на аналіз внутрішнього середовища і виявлення недоліків витрати були значними.

Цифрові комунікації дозволяють вирішувати питання набагато швидше, що економить час та збільшує ефективність. Звісно, що не всі підприємства використовують цифрові додатки у повній мірі, що могло б значно спростити та підвищити продуктивність певних процесів. Так, наприклад, у чатах і групах Telegram є анонімні та відкриті голосування, можливості для аудіо та відео-конференцій з можливістю запуску презентацій, прямі ефіри, чат-боти для зворотнього зв'язку або опитувальники з певних питань. Це лише один приклад з великої кількості можливостей, але зрозуміло, що дана соціальна мережа може бути не лише інструментом для комунікації, але й для навчання, особистісного розвитку та збору інформації.

Такий інструмент розвитку людського капіталу як цифрові платформи для навчання має стати невід'ємною частиною життя кожного працівника, адже розвиток професіональних та особистісних навичок відіграє важливу роль не лише в житті людини, але й допомагає підприємству отримувати якісні кадри. Людина має прагнути до саморозвитку і постійно навчатись, слідкувати за постійними оновленнями в професійній сфері. Керівництво підприємства має розуміти, що працівники потребують відповідних інструментів для розвитку. Нині існують безліч платформ для навчання, у тому числі й вітчизняних, і можливо обирати не лише платформу, а й конкретні курси, що зацікавили працівників або мають схвальні відгуки від колег.

Дієвим інструментом забезпечення не тільки навчання, а й колективного розвитку людського капіталу є корпоративний університет. Корпоративні університети можуть допомогти підприємству досягти своїх цілей та завдань, створивши колективний освітній простір, а також забезпечити його довгостроковий успіх, постійно навчаючи та перекваліфікуючи працівників. Розвиток базових цифрових і спеціальних компетентностей людського капіталу в корпоративному університеті посилює корпоративну культуру підприємства, адаптує кадри до сучасних цифрових вимог і дає можливість набувати професійних знань та особистісних навичок.

В умовах цифровізації економіки людський капітал розглядається за рівнем цифрових компетенцій працівників, які характеризують їх готовність до використання цифрових технологій та інновацій; наявністю кваліфікованих фахівців та підготовки (перепідготовки) працівників відповідно до нових вимог, які вільно володіють цифровими навичками, здатні до самонавчання та вміють адаптуватись до технологічних змін, а також наявністю спеціалістів, здатних проводити технічний аналіз щодо доцільності впровадження тих чи інших цифрових інструментів в практичну діяльність підприємств.

У системі цифрових компетентностей людського капіталу промислових підприємств можна виокремити декілька класифікаційних ознак, які в подальшому дозволять управляти ефективністю діяльності підприємств шляхом впливу на кількість та якість цифрових знань та практичних навичок їх використання. На наш погляд, цифрові компетентності, що пов'язані з людським капіталом на підприємстві можна умовно розділити на базові та спеціальні.

Базова цифрова компетентність – це здатність людського капіталу користуватися сучасними засобами комунікації, соціальними мережами, чат-ботами, платіжними картками, системами переказу коштів тощо. До групи базових цифрових компетентностей належать уміння персоналу здійснювати пошукові запити в мережі Інтернет, використовувати Facebook, Instagram, Telegram та інші соціальні мережі, Microsoft, додатки Google тощо, користуватися послугами інтернет – банкінгу, робити дописи в професійних чатах тощо. Наявність даного

виду компетентностей викликає *«ефект колективної цифрової компетенції»* – поширення цифрових знань шляхом міжособових взаємодій, що призводить до зростання загального рівня цифрової компетентності людського капіталу та зниження витрат підприємства на їх формування.

Спеціальні цифрові компетенції – це набір умінь у використанні спеціальних програм, призначених для виконання окремих видів операцій в межах визначених функцій. У цілому виявлено, що спеціальні цифрові компетенції у свою чергу поділяються на функціональні та операційні.

Функціональні цифрові компетентності – цифрові навички, які дозволяють з допомогою використання спеціального програмного забезпечення планувати, контролювати, аналізувати, координувати виконання всієї функції управління. Ця цифрова компетентність повинна бути властива начальникам та працівникам функціональних відділів. Залежно від функціонального рівня управління, набір таких функціональних цифрових компетенцій дозволяє планувати процеси, агрегувати результати реалізації операційних цифрових компетенцій, розподіляти завдання між операційними виконавцями, встановлювати терміни їх виконання, контролювати та координувати роботи тощо. Даний вид компетентності утворює *«ефект цифрової функціональності»* як розширення переліку здатностей людського капіталу до використання функціоналу ІТ-технологій.

Операційні цифрові компетентності передбачають використання програмного забезпечення для виконання окремих операцій в межах визначеної функції. Зазвичай такі навички є вузькими і вимагають фахових знань, що створює *«ефект цифрової унікальності»* підприємства – виняткову здатність людського капіталу підприємства до виробництва продукту чи його ІТ сервісу.

Ієрархію всіх груп цифрових компетентностей подано на рис. 1.7.

Сформована ієрархія цифрових компетентностей дозволяє наочно представити взаємозалежності між усіма їх групами. Усі виокремлені групи цифрових компетентностей людського капіталу на підприємствах машинобудування пов'язані виробничими та управлінськими взаємозв'язками.

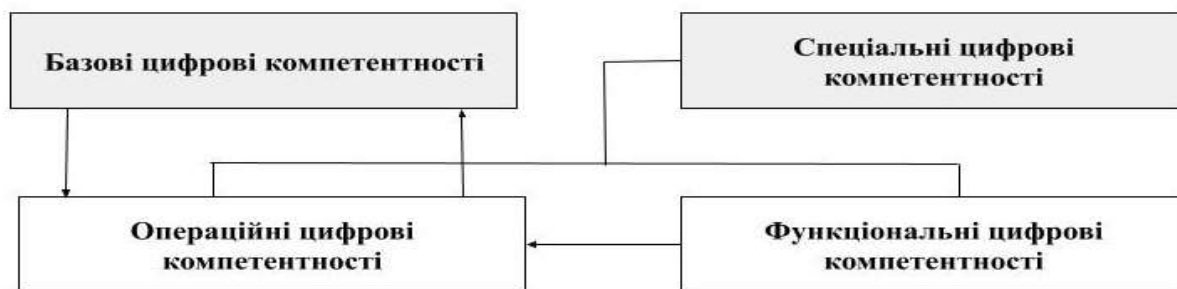


Рисунок 1.7 – Ієрархія цифрових компетентностей людського капіталу машинобудівного підприємства
(сформовано автором)

Розвиток людського капіталу через розвиток цифрових компетентностей дозволить промисловому підприємству впроваджувати стратегії цифровізації, які сформулюють умови економічного зростання. На основі аналізу існуючих тенденцій розвитку підприємств машинобудівної промисловості (Seutter, 2019) узагальнено та сформовано комплекс стратегій цифровізації, які можуть бути застосовані для підприємств машинобудування, до яких віднесено:

- цифровий аутсорсинг;
- цифровізація бізнес-процесів;
- цифровізація продукту;
- цифровізація підприємства (цифрове підприємство).

Стратегія цифрового аутсорсингу (англ. *Digital Outsourcing – DO*) передбачає передачу функцій обслуговування необхідного обладнання та налаштування програмного забезпечення спеціалізованим компаніям або ІТ-фахівцям. Для початку впровадження цифрових технологій на підприємстві наявність ІТ-фахівця або групи людей, які контролюватимуть процеси, було б доречним і при впровадженні інших цифрових стратегій. Стратегія цифрового аутсорсингу – це початкова стадія, коли навчання персоналу підприємства ще не відбувалось або не на потрібному рівні, потрібні фахівці, які б налаштували цифровізацію процесів під конкретне підприємство. Згодом після навчання та перекваліфікації людського капіталу, стратегія цифрового аутсорсингу має змінитись на іншу (DBP, PD або DE (див. рис. 1.7)).

Стратегія цифровізації бізнес-процесів (англ. Digitalization of Business Processes –DBP) передбачає впровадження програмних продуктів (на основі ERP, BPM та CRM-систем) з метою цифровізації бізнес процесів. Варто відмітити, що нині існують програмні продукти, які можуть об'єднати всі бізнес-процеси в одному, тим самим збільшуючи ефективність, оскільки процеси не будуть відбуватись окремо, і їх можна буде контролювати, оцінювати та коригувати одночасно. Наприклад, до бізнес-процесів може належати підбір та оцінка людського капіталу. Їх цифровізація дає змогу суттєво підвищити ефективність роботи підприємства, підбираючи висококваліфікованих спеціалістів, які відповідатимуть усім компетентностям, що були визначені як відповідні потребам промислового підприємства. Автоматизація даних процесів приводить фактично до створення системи прийняття рішень з підбору людського капіталу.

У сфері адміністрування можливо впровадити цифрові технології у департаментах, наприклад, створюючи цифровий документообіг замість паперового, що забезпечить не лише безперебійність роботи, але й збільшить швидкість та ефективність певних процесів, а також зникненню бюрократичних коридорів. Даний процес можна цифровізувати на усіх підприємствах, що збільшить рівень цифровізації й держави в цілому.

Сфера бюджетування та бухгалтерського обліку повинна цифровізуватись у першу чергу, оскільки якщо існує база даних і можна відслідковувати грошові потоки онлайн, то існує можливість не лише автоматично формувати електронні звітності, а й аналізувати дані та відслідковувати ефективність капіталовкладень.

Варто зазначити, що якщо відбувається процес цифровізації бізнес-процесів, з'являється можливість сформувати умовний людський капітал підприємства. Це новий напрям для українських підприємств і потребує підвищеної уваги, адже наразі немає достатньої кількості законодавчих регуляторів, так само як і концепцій розвитку такого виду капіталу. *Умовний капітал* є частиною гіг-економіки, яка, у свою чергу, означає зміну характеристик ринку праці, переходу від робочих місць з постійною зайнятістю в одного працедавця до тимчасових проектів на різних підприємствах (Центр Разумкова, 2020). Можливість найму на

короткий термін або за допомогою неформальних домовленостей і є управлінням умовним капіталом, що, безперечно, буде розвиватись в майбутньому. Гіг-економіка змінює характер зайнятості і дозволяє працювати дистанційно за допомогою цифрових платформ. Звісно, що даний вид зайнятості дозволяє людям бути залученими не в одному проекті віддалено, що може збільшувати рівень задоволеності працівників, а також збільшити продуктивність підприємства за рахунок вчасно найнятих кадрів для окремих проектів за необхідністю. Даний вид зайнятості має й соціальні переваги, а саме можливість працевлаштувати такі групи населення, як жінки у декреті або з маленькими дітьми, люди з інвалідністю і ті, хто проживають у віддалених районах. Звісно, що якщо працедавець зацікавлений у працівниках, він буде заохочувати їх для подальшої співпраці. (Центр Разумкова, 2020).

Стратегія цифровізації продукту (англ. Product Digitalization – PD). Ця стратегія передбачає автоматизацію та цифровізацію технологічних операцій, пов'язаних з розробкою та виробництвом продукції. Використовуючи різноманітне програмне забезпечення, яке моделює деталі та робить конструювання зручнішим і майже безпомилковим. Існує обладнання, яке при правильному налаштуванні буде виготовляти потрібні механізми та запчастини. У майбутньому слід бути готовим до того, що VR та AR технології будуть застосовуватись в повній мірі, щоб розробити та проаналізувати 3D-модель, а згодом розробляти справжній прототип. Дана стратегія вимагає від працівників операційних цифрових компетентностей, тобто не лише базових, але й поглиблених знань цифрових технологій, а також володіння PLM та CAD системами.

Стратегія цифровізації підприємства (англ. Digital Enterprise – DE) передбачає поєднання стратегій цифровізації бізнес-процесів та цифровізації продукту, тобто комплексного впровадження цифрових технологій на підприємстві, а також формування єдиної цифрової екосистеми підприємства та інтеграцію цифрових технологій в єдиний цифровий простір.

Наприклад, потенціал використання нейронних мереж як частини штучного інтелекту в управлінні підприємством є значущим, оскільки подібні системи не покладаються на інтуїцію як людина, а працюють швидко та якісно, аналізуючи велику кількість джерел інформації та ефективно, розбиваючи їх за категоріями. Окрім цього, системи штучного інтелекту здатні зрозуміти, яка закономірність існує в організації системи оплати праці та формалізувати її. З різних джерел, таких як: дані про освіту, професійна сертифікація, перекваліфікація, пройдені тренінги; оцінки керівника; взаємна оцінка співробітниками посад за важливістю, складністю; інформація про результативність співробітників і т. ін. збирається масив інформації, який обробляється штучним інтелектом і перетворюється у досить чітку та зрозумілу систему винагород та оплати праці. Нейромережа дає змогу оцінити, які працівники не отримують справедливую винагороду за свою діяльність, а також з'ясувати, кому з працівників треба працювати ретельніше. Важливо відзначити, що система також враховує підрозділ, де працює співробітник, а отже, «розуміє» особливості роботи в тому чи іншому відділі. (Speka.media, 2023). Нейронні мережі, як складова ERP, BPM, CRM, PLM та інших систем може допомогти у впровадженні цифрових рішень та спрощенні адміністративних та виробничих процесів.

Хмарні технології, як складові цифрової екосистеми, активно розвиваються та застосовуються людьми для збереження інформації не на персональних або робочих комп'ютерах, а у «хмарі», сервері певної компанії, доступ до якої є через програму, для якої потрібен лише інтернет та скачаний додаток. Звісно, є також додатки і для синхронізації та збереження на різноманітних гаджетах. Суть даних технологій полягає в тому, щоб тримати всю необхідну інформацію, необхідно мати аккаунт в певному застосунку і доступ до цієї «хмари» можна отримати з будь-якого місця. Звісно, дана технологія не могла не зацікавити підприємства, адже зберігати робочі файли в одному місці зручно й є віддалений доступ навіть тоді, коли знаходишся у відрядженні, відслідковуючи певні зміни та аналізуючи діяльність підприємства. Якщо казати про людський капітал, то хмарні технології дають можливість створити власне цифрове середовище, так зване цифрове робоче

місце, яке може бути створене не лише для одного проекту, а й для декількох водночас.

Ефективність цифрових застосунків вже давно перевірені за кордоном і мають позитивні відгуки, тоді як в Україні залучення штучного інтелекту на підприємствах відбувається поступово й іноді хаотично. Вони значно спрощують аналіз, економлять час, підвищують продуктивність роботи підприємства, але при цьому не сприяють зростанню безробіття, що було б, звісно, небажаним ефектом. Найкращий варіант повна діджиталізація підприємства, тобто вибір стратегії цифровізації підприємства, оскільки вона є комплексною і об'єднує все підприємство в єдиному цифровому просторі. Беззаперечно, за кордоном давно відбувається цифровізація виробничих процесів, але для України це напрям, який потребує комплексного розвитку, оскільки розвиваються не лише працівники, керівництво, разом з ними розвивається і підприємство.

Реалізація концептуальних положень розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки має забезпечити ряд результатів:

- підвищення людиноцентристської спрямованості. Цифрові технології повинні впроваджуватися та використовуватися таким чином, щоб вони були корисними, зрозумілими, безпечними та ефективними для людей, оскільки від людського капіталу залежить реалізація стратегій цифровізації. Навчання та розвиток людського капіталу сприяє розвитку підприємства, тому необхідно залучати людей не лише до виробничих процесів, а й дати можливість ухвалювати рішення щодо вибору цифрових технологій, створивши, наприклад, фокус-групу, яка б тестувала програмне забезпечення, яке планується застосовувати на підприємстві. Залученість в усі процеси мотивує людину, дає їй відчуття власної важливості, що, у свою чергу, збільшує її бажання працювати, навчатись, бути продуктивною та корисною. Даний результат можливий за умови реалізації стратегій цифровізації бізнес-процесів, цифровізації продукту або цифровізації підприємства, оскільки вони націлені на залучення власного персоналу до цифровізації процесів, а стратегія цифрового аутсорсингу залучає ІТ-фахівців з

інших організацій, тобто орієнтується опосередкований вплив цифрових технологій на людину.

— підвищення професійної кваліфікації працівників. Розвиток людського капіталу це процес набуття нових знань і навичок, які можуть стосуватись не лише особистісного, але й професійного зростання. Підвищення кваліфікації націлене на можливість працівників підвищити свою заробітну плату та отримати нові можливості для розвитку кар'єри. Навчання на робочому місці, яке може включати залучення до навчання у корпоративному університеті, стажування, програми наставництва або навчання поза роботою, тобто відвідування курсів у навчальних закладах, а також участь у семінарах та тренінгах, які проводяться різними організаціями, усе це сприяє підвищенню професійної кваліфікації працівників. Стратегії цифровізації бізнес-процесів, цифровізації продукту та цифровізації підприємств передбачають підвищення професійної кваліфікації працівників шляхом навчання, яке відповідає рамкам базових, функціональних та операційних компетентностей.

— збільшення продуктивності праці. Цифрові технології можуть допомогти в розробці інноваційних рішень, що призведуть до створення нових продуктів і послуг, а також допомагають автоматизувати завдання, які раніше виконувалися людьми, що звільнить працівникам час на виконання креативних завдань та питань, які передбачають застосування критичного мислення. Запровадження технологій покращує міжособистісну комунікацію, спрощуючи обмін інформацією, що призводить до того, що люди, навіть знаходячись на різних континентах, можуть вирішити питання за декілька хвилин, тобто збільшується ефективність і продуктивність праці. Стратегії цифровізації бізнес-процесів, продукту та підприємства дозволяє використати цифрові технології для спрощення та автоматизації процесів, тим самим полегшивши роботу працівникам з набутими цифровими компетентностями.

— підвищення функціональності підприємства в цифровій економіці. Підприємствам необхідно адаптуватися до нових умов, щоб успішно конкурувати в цифровій економіці, Вони повинні інвестувати в цифрові технології, навчати

своїх працівників навичкам і розробляти сучасні стратегії бізнесу. Підвищення функціональності може відбуватись на всіх рівнях, від адміністративного складу до звичайних робітників, адже цифрові технології розширюють функціонал взаємодії між учасниками, допомагає швидше реагувати на проблеми, що виникають. Впровадження цифрових технологій можуть допомогти підприємствам покращити обслуговування клієнтів, наприклад, за допомогою чат-ботів, які можуть відповідати на запитання клієнтів 24/7. Збільшення продажів також можливе за рахунок підвищення функціональності людського капіталу, оскільки проаналізувавши зведені дані по продажам та застосувавши інструмент онлайн-маркетингу, який дозволяє підприємствам охопити більш широку аудиторію. Даний результат передбачається при реалізації усіх стратегій цифровізації, оскільки впровадження будь-яких цифрових технологій навіть за допомогою цифрового аутсорсингу означає збільшення функціональності окремих процесів та підприємства в цілому.

Загалом концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки забезпечують синхронізований розвиток людського капіталу та підприємства на засадах цифровізації, що відповідає тенденціями цифровізації економіки.

Висновки до розділу 1

Розгляд та узагальнення наукових досліджень щодо розвитку людського капіталу промислових підприємств у контексті цифровізації надали можливість сформулювати такі висновки:

1. У результаті дослідження генези теорії людського капіталу проаналізовано розвиток поняття «людський капітал» у наукових теоріях та концепціях. З'ясовано, що людський капітал розглядався з позиції ролі людини в економіці, ресурсом, вартістю людського потенціалу, нематеріальним капіталом, чинником впливу рівня освіченості на оплату праці, а також інвестицією, що забезпечить з часом віддачу. Розвиток теорії інформаційного суспільства вніс

корективи у трактування людського капіталу, який почали визначати як продуктивні здібності, вартість, знань, досвіду, креативний потенціал та інші якісні характеристики робочої сили. При цьому капітал, що розглядається, став вважатись засобом отримання доходів, джерелом інвестування, економічного зростання, прогресу, способом збільшення продуктивності, мотивації, мобільності як людини, так і підприємства. Зазначене дозволяє констатувати, що зміст та значення людського капіталу з часом змінювався, перетворюючи його у продуктивний ресурс забезпечення розвитку підприємств в умовах цифровізації.

2. На основі логічних узагальнень, сформованої карти подібностей та відмінностей економічного змісту поняття «людський капітал», уточнено його визначення. Людський капітал запропоновано трактувати як продуктивний і швидкоадаптивний до соціальних, економічних змін та цифрових трансформацій ресурс економічної системи з іманентними властивостями, сформований завдяки накопиченню досвіду, знань, компетентностей і здатностей, виражених у доданій вартості. Систематизація складових людського капіталу надала змогу виявити, що з поширенням цифрових трансформацій їх склад нині враховує креативність у цифровому середовищі, цифрову комунікацію, інформаційну грамотність та безпеку в Інтернет-просторі. При цьому додатковими характеристиками за цифровізації економіки є: здатність до гнучкості та адаптивності, навчання і постійного підвищення кваліфікації, освоєння нових професій, праці у віддаленому режимі (з позиції працівників); здатність до цифровізації для оптимізації процесів, забезпечення навчання і перекваліфікації персоналу, до автоматизації/роботизації виробничих процесів, налагодження та контролювання робочих процесів у віддаленому режимі (з позиції власників (працедавців)).

3. На підставі експлікації наукових досліджень від парадигми індустріалізації до цифровізації доведено трансформацію закономірностей розвитку людського капіталу. З'ясовано, що закономірність ролі людського капіталу в економіці притаманна періоду індустріалізації, період інформатизації характеризується зміною характеру праці, цифровізації – зміною технологій, віртуалізації – впровадженням віртуальних технологій. При цьому процеси

трансформації відбувались за наявності перешкод та ризиків. На основі порівняння концепцій Індустрії 4.0 та 5.0 обґрунтовано, що саме Індустрія 5.0 фокусується на зміні підходу до людського капіталу, визначаючи його продуктивнішим через використання цифрових технологій. Розгляд макроекономічних індексів цифровізації довів той факт, що від розвитку людського капіталу залежить подальше становлення цифрової економіки.

4. У процесі цифровізації економіки на розвиток людського капіталу мають вплив ряд чинників. Визначено, що вони можуть розцінюватися як переваги: є доступ до інформації та інструментів, що дозволяють навчатися і співпрацювати в режимі реального часу; можливість отримувати нові знання та навички, необхідні для успіху; креативність та інноваційність людей, здатність до адаптації. До того ж цифровізація надає нові можливості: створення нових робочих місць, які потребують нових знань і навичок, покращення якості життя людей, зростання продуктивності праці та економічного розвитку. Згідно з зазначеним до чинників, які віднесено до недоліків можна виділити нерівномірний доступ до цифрових технологій, нестачу кваліфікованих кадрів, навичок, необхідних для роботи в цифровому середовищі та певну неготовність суспільства до змін. Як загрози варто розцінювати: зниження зайнятості в деяких секторах економіки, розрив поколінь, відтік кадрів, збільшення віртуальної залежності.

5. Необхідність розвитку людського капіталу підприємств в умовах цифровізації економіки потребує формування відповідних концептуальних положень, метою яких визначено розвиток людського капіталу промислових підприємств невідривно від процесів цифровізації економіки. Її ключовими цілями обрано ефективне використання людського капіталу в процесах цифровізації виробничо-економічної діяльності підприємств та підвищення функціональності й адаптивності людського капіталу до викликів цифровізації. На відміну від традиційних концептів розвитку людського капіталу, ними мають стати збалансованість розвитку цифрових компетентностей працівників та власників, використання унікальних іманентних властивостей людського капіталу в процесах цифровізації, узгодженість інвестицій у розвиток людського капіталу та

цифровізації техніко-технологічної бази, синхронізації розвитку цифрових компетентностей людського капіталу з стратегіями цифровізації підприємств.

6. На основі аргументації принципів, що мають бути закладені у розвиток людського капіталу в умовах цифровізації обрано принципи прогресивності, комплексності, адаптивності, перспективності, проактивності та економічності. При цьому ключовим визначено проактивність, що надає перевагу в попередній підготовленості до змін, спричинених цифровими трансформаціями, швидкій адаптації, здобутті нових здатностей та цифрових навичок. Шляхом опрацювання предметного поля дослідження обґрунтовано методичний інструментарій аналізу та розвитку людського капіталу промислових підприємств, який передбачає його оцінювання у вартісному вимірі, аналіз впливу людського капіталу на економічні показники, причинно-наслідковий аналіз умов та результатів використання людського капіталу, верифікацію цифрових компетентностей працівників стратегіям цифровізації, прогнозування прибутковості підприємств під впливом змін людського капіталу на засадах цифровізації.

7. Практична імплементація концептуальних положень розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки має базуватись на навчанні з метою підвищення рівня цифрових компетентностей працівників, фондоозброєності шляхом цифровізації, інвестиціях у цифровий розвиток людського капіталу та синхронізації впровадження стратегій цифровізації на промислових підприємствах із зазначеними процесами.

8. Для реалізації запропонованих концептуальних положень розвитку людського капіталу необхідно поглиблювати та розвивати цифрові компетентності, які надають можливість отримати певний економічний ефект для промислового підприємства. До зазначених віднесено базові та спеціальні (функціональні та операційні). Базовими запропоновано вважати здатність людського капіталу користуватися сучасними засобами комунікації, соціальними мережами, системами переказу коштів. Такі компетентності забезпечують «ефект колективної цифрової компетентності» – поширення цифрових знань шляхом міжособових взаємодій, що призводить до зростання загального рівня цифрової

компетентності людського капіталу. Під функціональними цифровими компетентностями слід розуміти цифрові навички, що дозволяють за допомогою використання спеціального програмного забезпечення планувати, контролювати, аналізувати, координувати виконання всієї функції управління, їх використання спричинює «ефект цифрової функціональності» – розширення переліку здатностей людського капіталу до використання функціоналу ІТ-технологій. Операційні цифрові компетентності передбачають використання програмного забезпечення для виконання окремих операцій у межах визначеної функції і дають змогу отримати «ефект цифрової унікальності» – виняткової здатності людського капіталу підприємства до виробництва продукту чи ІТ сервісу.

9. Розвиток людського капіталу промислових підприємств, враховуючи принцип проактивності має здійснюватись паралельно із впровадженням стратегій їх цифровізації, що забезпечить синхронний розвиток людського капіталу та цифровізує виробничо-економічну систему. Обґрунтовано, що для промислових підприємств доцільними є стратегії цифровізації бізнес-процесів, продукту, підприємства та цифровий аутсорсинг. Очікуваними результатами розвитку людського капіталу підприємств визначено підвищення людиноцентристської спрямованості (відповідно концепції «Індустрія 5.0»), професійної кваліфікації працівників, збільшення продуктивності праці, підвищення функціональності підприємства в цифровій економіці.

Результати і висновки наукового дослідження розділу 1 використано для навчально-методичного забезпечення дисциплін, що викладаються у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (додаток К).

Основні положення і наукові результати опубліковано в працях (Melnychuk, Roshchina & Bordanova, 2018; Melnychuk, Pavloshchuk & Roshchyna, 2019; Мельничук & Рощина, 2017а; 2017б; 2017в; Мельничук & Борданова, 2019; Melnychuk, 2019; Мельничук, 2017; 2022а; 2022б)

РОЗДІЛ 2

ДІАГНОСТИКА РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

2.1 Стан та передумови розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі

Для розвитку людського капіталу в цифровому середовищі, доцільно проаналізувати його передумови, що надасть можливість зрозуміти наявні закономірності, з'ясувати, чи є перешкоди та ризики на шляху до цифровізації. З цією метою наше дослідження поділено на змістовні частини.

Рівень розвитку у міжнародних показниках. Цифрове середовище створює нові можливості для розвитку людського капіталу. Завдяки доступу до інформації та інструментів, що дозволяють навчатися і співпрацювати в режимі реального часу, люди можуть отримувати нові знання та навички. Цифрове середовище також створює певні виклики для людського капіталу. З одного боку, цифрові технології можуть замінити деякі робочі місця, що може призвести до безробіття. З іншого боку, в цифровізованому суспільстві з'являються нові професії, які вимагають спеціальних навичок. Для конкурентоспроможності в умовах цифрової економіки, суспільству необхідно інвестувати в людський капітал, що передбачає необхідність забезпечення доступу до якісної освіти та професійної підготовки, а також створення умов для навчання та розвитку впродовж життя.

Індекс цифрової адаптації, створений економістами Світового банку та Microsoft, вимірює прийняття цифрових технологій з позиції людей, уряду та бізнесу, охопивши 183 показники. Як частина Світового звіту про розвиток за 2014 рік, DAI було створено для нових джерел даних та вдосконаленої методології. У доступі є два спостереження за 2014 та 2016 роки, яких, звісно, недостатньо, але вони показують, що саме вимірюється задля розуміння цифрової адаптації країни, шляхів її покращення, удосконалюючи урядові програми та збільшуючи рівень цифрової грамотності населення. (Digital Adoption Index - DAI, 2022).

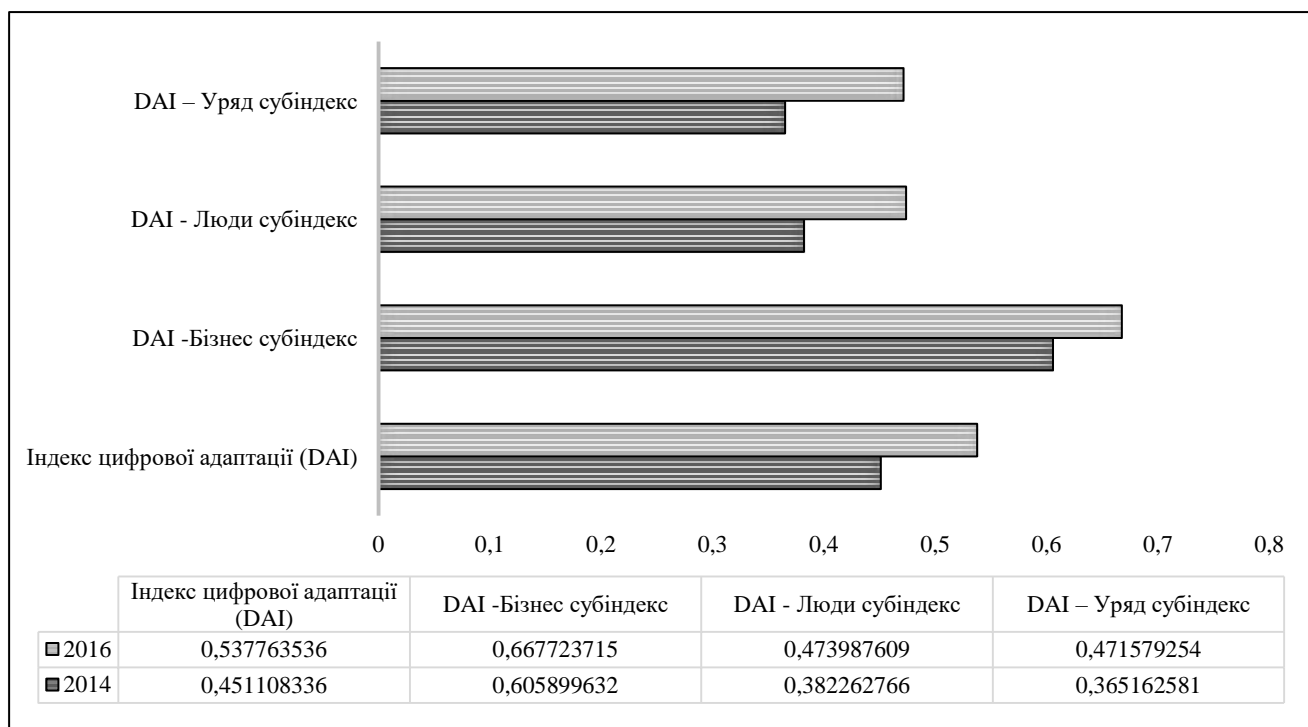


Рисунок 2.1 – Показники України за Індексом цифрової адаптації DAI у 2014 та 2016 роках

(складено за даними (Digital Adoption Index - DAI, 2022))

Можна засвідчити, що індекс цифрової адаптації України за трьома субіндексами та в загальному підвищився за всіма параметрами, але, якщо дивитись за шкалою від 0 до 1, то країна знаходиться в середині списку держав (97 місце з 183 в 2014 році, 85 місце з 183 в 2016 році). Це означає, що Україна потребувала розвитку та подальшої цифровізації всіх секторів економіки. Звичайно, з 2016 року відбулись значущі зміни у сфері цифровізації, однак орієнтація країни на забезпечення військового потенціалу в силу наявних умов, не дає однозначної можливості стверджувати про досягнення високих результатів.

Беручи до уваги про Глобальний інноваційний індекс, який оцінює інноваційні можливості 132 країн світу, то в даному дослідженні Україна бере участь з 2012 року та відзначена як країна з інноваційними досягненнями серед країн з доходами нижче середнього рівня, вказуючи на те, що є позитивні зв'язки між інноваціями та розвитком (Global Innovation Index–GII, 2022). Згідно зі зведеним аналізом 2021 року, Україна зайняла 44 місце у секторі «Людський капітал та дослідження» і 33 місце у секторі «Результати знань і технологій», що

свідчить про позитивний результат у сферах, які пов'язані безпосередньо з людьми (Global Innovation Index – GII, 2022).

У 2022 році, незважаючи на повномасштабну війну, Україна втримала позиції з інноваційних можливостей, залишаючись на 4 позиції в своїй групі країн з доходами нижче середнього рівня (Державна система правової охорони інтелектуальної власності, 2022).

Аналізуючи розглянуті індекси, варто зазначити, що вибір параметрів для дослідження зазвичай зводяться до подібних секторів, і в них було поняття «людський капітал». Це вказує на те, що показники, які пов'язані з цим терміном, мають вагу не лише в цифровізації та впровадженні технологій, а й в розвитку інноваційного простору країни.

Щодо Індексу мережевої готовності, проведеного в 2022 році, який характеризує здатність до розвитку та впровадження інновацій, цифрової економіки та технологій, то він висвітлив позитивні результати України. Наприклад, у субіндексах «рівень грамотності дорослої людини» та «законодавство про електронну комерцію» наша держава зайняла 1 місце серед країн усього світу, та й загалом статистика вказує на постійний розвиток та покращення показників (Networked Readiness Index – NRI, 2022).

Щодо індексу людського капіталу, то Україна з індексом 0,773 в 2021 році зайняла 77 місце з 192 країн світу і характеризується високим рівнем розвитку людського капіталу, що, звісно, є позитивним (Human Capital Index- HDI, 2022).

Відповідно до Цифрової мапи індексів цифрової трансформації, Україна у 2020 році зайняла 52 місце з 79 країн респондентів за рівнем інвестицій в ІКТ, зрілістю ІКТ та цифровими економічними показниками, що свідчить про те, що нам потрібно покращувати та підсилювати даний напрям розвитку нашої країни. (Global Connectivity Index (GCI), 2022). Аналіз проводився за 40 показниками і Україна набрала 43 з 120 балів, де найсильнішими сторонами України було визначено використання смартфонів (10 з 10), покриття мобільним інтернетом (10 з 10), наявність домашніх комп'ютерів (7 з 10), телекомунікаційне обслуговування клієнтів (7 з 10), послуги електронного уряду (7 з 10), залученість в сферу інтернету

(7 з 10), доступність високошвидкісного інтернету (7 з 10), обізнаність у сфері кібербезпеки (7 з 10) та законодавчу базу в сфері ІКТ (6 з 10) (Global Connectivity Index - GCI, 2022). Звісно, станом на 2023 рік деякі показники, що стосуються законодавчої бази та розвитку електронного уряду, мали б покращитись.

Україна прагне слідувати тенденціям світової спільноти, саме тому за останні роки також проводила власні дослідження, щоб зрозуміти, на якому етапі знаходиться цифрова трансформація бізнесу та інновацій (розкрито автором у праці (Мельничук&Бояринова, 2023а)). За підтримки провідних компаній України проводились дослідження щодо оцінювання стану цифрової зрілості та трансформацій економіки.

«Європейська бізнес асоціація» (ЕБА) за підтримки «Хуавей Україна» та SAP Ukraine у 2021 році сформували індекс цифрової трансформації на основі результатів аналізу даних від 130 керівників підрозділів та директорів компаній, членів Європейської Бізнес Асоціації. Інтегральний показник індексу цифрової трансформації становив 2,81 з 5 балів, який був розрахований за 5 ключовими аспектами (Європейська бізнес асоціація, 2021).

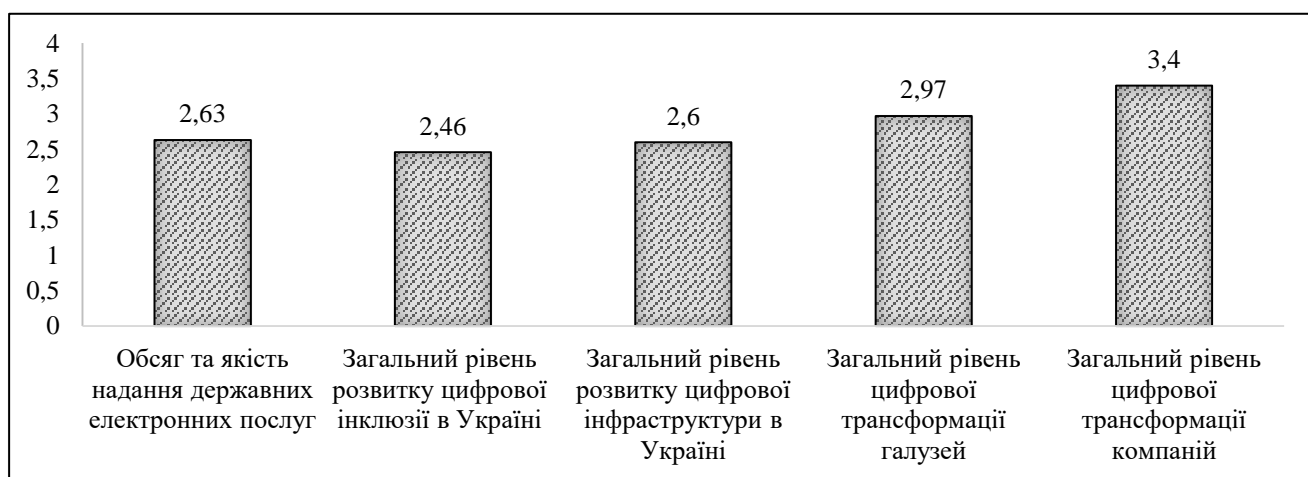


Рисунок 2.2 – Показники індексу цифрової трансформації України за 2021 рік (складено за даними (Європейська бізнес асоціація, 2021))

З даних представленого дослідження також можна побачити, що найбільшим показником є рівень цифрової трансформації компаній, а основні інвестиції серед компаній-респондентів вкладаються у взаємодію з клієнтами (75%), аналіз даних (55%) та управління взаємодією зі співробітниками (48%). Тобто, можна зробити

висновок, що акцент ставиться на цифровізацію даних та взаємодію з людьми. Згідно з опитуванням, оцінка рівня цифрової трансформації галузей показала, що більшість респондентів вважає цифровізацію помірною - 55%, високою -16%, дуже високою – 6%, та низькою- 23 % (рис.2.3).

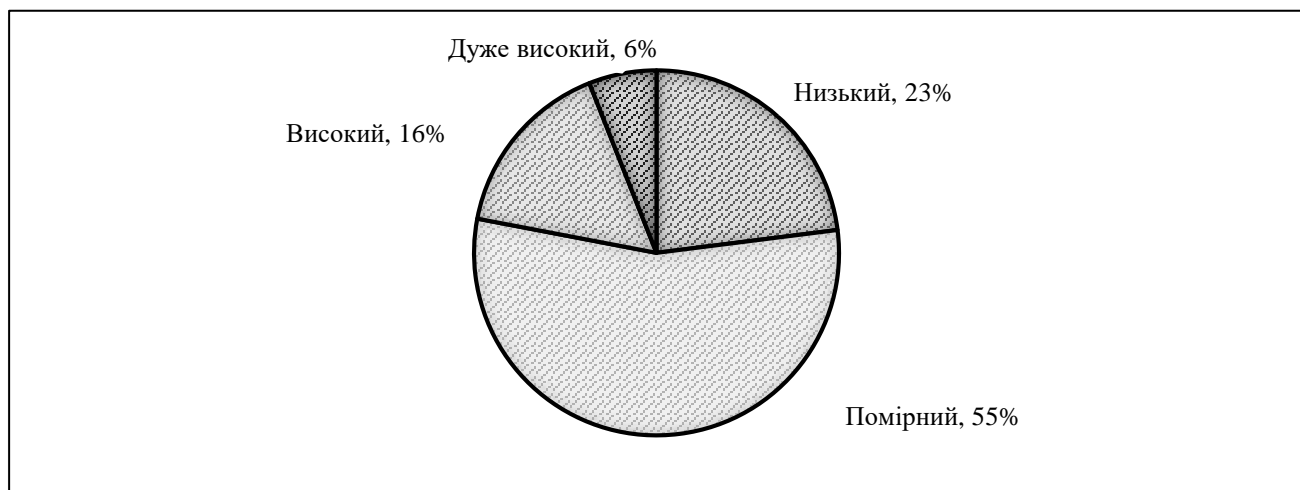


Рисунок 2.3 – Оцінка рівня цифрової трансформації галузей від компаній респондентів

(складено за даними (Європейська бізнес асоціація, 2021))

Під час запиту з приводу хмарних технологій 65% респондентів розглядають хмарні рішення як нову технологічну можливість для оптимізації витрат на ІТ інфраструктуру, а 93% вважають, що управління цифровими процесами можливе способом внутрішньої оптимізації компанії. Впровадження електронних сервісів можливе для підтримки офісу та документації у 81 % випадках (Європейська бізнес асоціація, 2021).

У 2021 році Міністерство цифрової трансформації України надало статистику з цифрової грамотності українців, вказавши, що дані брались за період з 2019 по 2021, а респондентами були люди різних вікових категорій, включаючи людей з вадами слуху з усіх регіонів України, включно з окупованими територіями. У блоці «Рівень володіння цифровими навичками» є підпункт «Навички вирішення життєвих проблем», що включає передачу файлів між комп'ютерами (ноутбуками) чи іншими пристроями (наприклад, комп'ютер – флешка), встановлення програмного забезпечення або програм (додатків), зміна налаштувань, пов'язаних з безпекою, на будь-якому програмному забезпеченні, включаючи операційну

систему. Зважаючи на статистику, можна сказати, що 80,1% віком від 18 до 29 років, 68,1% від 30 до 39 років, 65,2% від 40 до 49 років, і 43,3% від 50 до 59 років, володіють вищими за базові навички, хоча цікаво, що оволодіння цими навичками відбувається під час здобуття вищої освіти. Можна побачити, що відсоток володіння стрімко зростає при навчанні з 34,9% до 73,3 % відповідно (Дія.Освіта, 2021).

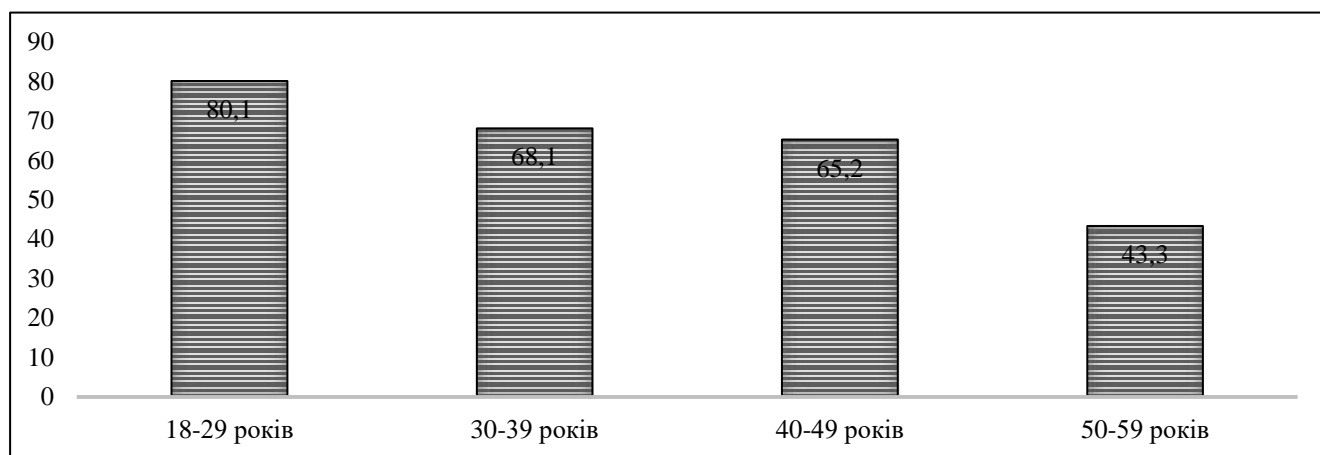


Рисунок 2.4 – Рівень володіння базовими цифровими навичками за віком, %
(складено за даними (Дія.Освіта, 2021))

Підпункт «Навички створення цифрового контенту» передбачає володіння навичками використання програмного забезпечення Word, Excel, Power Point, програмного забезпечення для редагування фотографій, відео чи аудіофайлів, написання коду мовою програмування, тобто більш професійні знання цифрового простору (Дія.Освіта, 2021). Можна відмітити, що з даного напрямку відсотки трохи нижчі, але не критично, 65,3 % у людей віком від 18 до 29 років, 45,2% від 30 до 39 років, 37,7% від 40 до 49 років, 22,9% від 50 до 59 років. І знову в розрізі отримання освіти, відсоткове співвідношення суттєво змінюється при отриманні вищої освіти від 19% до 54,5% відповідно. Щодо актуальності навчання цифровим навичкам, то трохи 50% людей з вищою освітою та працюючих дали відповідь, що це для них актуально.

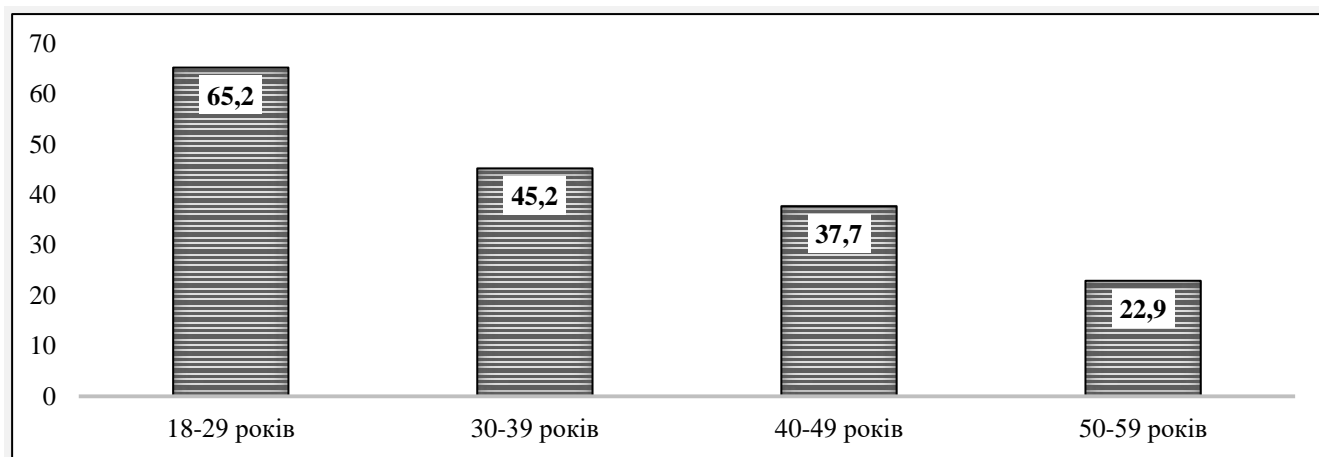


Рисунок 2.5 – Володіння навичками базового ПЗ за віком, %

(складено за даними (Дія.Освіта, 2021))

За даними дослідження можна відмітити той факт, що рівень цифровізації населення знаходиться на достатньо високому рівні у молодих людей та середньому і нижче середнього у старших, що дає змогу говорити про те, що перехід або доповнення підприємств цифровими технологіями не повинні мати негативних наслідків. Більшість людей вже володіють базовими, а також спеціальними цифровими навичками. Хоча перекваліфікація передбачає витрати часу, але це не буде навчання з початкового рівня, тому проходитиме набагато швидше, ніж вважають підприємства, думаючи, що їх персонал не зможе швидко цифровізуватись, а тому й не варто починати цей процес.

У 2019 році Інститут Цифрової Трансформації провів конференцію «Готовність до цифрової трансформації: виклики та можливості для українського бізнесу та суспільства», де було здійснено опитування серед українських представників бізнесу щодо того, якою вони бачать цифровізацію своїх компаній і які основні виклики стоять перед підприємцями у впровадженні технологій у виробничі процеси. Основними перешкодами на шляху до цифрових трансформацій було зазначено нестачу коштів в бюджеті та низьку кількість кваліфікованих кадрів. Більшість опитаних сприймають цифровізацію як автоматизацію внутрішніх процесів, підвищенням операційної ефективності, а не розвитком компанії в цілому задля адаптації та збільшення конкурентоспроможності сучасному середовищі. (Blog.imena.ua, 2019).

Зміна технологій та перешкоди. Україні не вистачає скоординованості дій у деяких видах діяльності, необхідна ще більша децентралізація та цифровізація певних процесів для створення кращого механізму переходу до модернізованої стратегії розвитку. Упровадження людино-центристського підходу та вдосконаленого рівня корпоративної соціальної відповідальності, проголошеного в Індустрії 5.0, дасть змогу здійснити перехід одразу до європейської концепції розвитку суспільства, долаючи економічні виклики, що пов'язані із нестійкістю, слабкою координацією, недосконалістю екологічної та соціальної політики.

Аналізуючи можливості впровадження Індустрії 5.0, можна сказати, що Україна має європейський вектор розвитку. Саме тому варто використовувати не лише уніфіковані стандарти, але й спільні стратегії та механізми дій. Можна також виокремити той факт, що Україна завжди намагається наздогнати високорозвинуті країни, але технологічний розрив зростає, тому доречніше перейти до Індустрії 5.0, адже вона враховує недоліки четвертої концепції та спрямована на врахування форс-мажорних обставин. Для України це є надзвичайно актуальним в умовах воєнного стану, а також повоєнної відбудови, оскільки потрібне швидке впровадження з акцентом уваги на стійкості та гнучкості економіки, а також розвитку людського капіталу (Industry4.0Ukraine, 2023).

Наразі у нас є можливість радикально змінити хід подій, тому що рівень підтримки нашої країни є надзвичайно високим і всі програми, які були лише у планах та не могли знайти належного фінансування, повинні бути впроваджені якомога швидше. Практика самоорганізації нашої країни має набути подальшого розвитку, адже координація та використання урядових програм під час війни є масштабною. Інтеграцію в технологічний світ можна розширити, чим український уряд активно займається. З початком повномасштабної війни Україна стала майданчиком для використання соціальних, військових, економічних та інших інновацій. Усвідомлення усіх можливих переваг веде до стратегічних та проактивних планів дій.

Відповідно до стратегії розвитку України до 2030 року від Українського інституту майбутнього, для розвитку цифрової економіки є інерційний

(еволюційний) та цільовий (форсований) сценарії, які звісно були сформовані ще до 2022 року та випробувань для нашої держави (Український інститут майбутнього, 2022).

Повномасштабна війна в Україні визначилась з напрямом до цифровізації України, не залишаючи іншого варіанту, як обрати форсований сценарій. Результати цього рішення стали з'являтися миттєво. Державна програма «Дія» стала передовим інноваційним інструментом України, починаючи від того, що електронні паспорти у системі «Дія» почали визнаватись у всьому світі. «Держава в смартфоні» є інноваційним інструментом, що почав швидко набирати оберти. Це стало можливе завдяки Міністерству трансформації, яке з перших днів повномасштабної війни не лише не зупинило процес, а й навпаки почало швидше розвивати цифрові можливості України (Дія, 2023).

Для навчання та перекваліфікації людського капіталу було створено урядову платформу «Дія. Освіта», де висвітлено різноманітні лекції на актуальні теми в сфері цифровізації, кібербезпеки, цифрової економіки та технології блокчейну не лише для навчання або перенавчання людського капіталу, а й для просвітницької діяльності (Дія.Освіта, 2023). Звісно, що, окрім цієї платформи, існує безліч українських платформ з курсами як безкоштовними, так і платними, на яких ви навчаєтесь чомусь або підвищуєте рівень обізнаності в певній галузі. Prometheus, EdEra, Genius Space та ін. КПП ім. Ігоря Сікорського також має власну освітню платформу «Сікорський» з курсами від викладачів, але вона потребує вдосконалення, а також забезпечення якісного відеоряду до текстового супроводу. (Платформа дистанційного навчання Sikorsky, 2023).

Підприємців урядова програма Дія також забезпечила можливістю електронної сплати податків, заповнення електронних декларацій. Проект «ЄРобота» дозволяє знаходити інвесторів або міні гранти на власний бізнес, з Дії також можна вивантажити довідку про доходи і найголовніше – є можливість користуватись цифровим підписом «Дія Підпис», що є дуже зручним та важливим елементом для ведення цифрового документообігу. Деякі сервіси документообігу України такі як Зокрема, Вчасно, Документ.Онлайн та АСКОД онлайн інтегрували

Дія Підпис до власного програмного забезпечення (Українська правда, 2023). Також у програмі «Дія» є функція шерингу документів, тобто передачі важливої інформації та документів онлайн без необхідності друку паперових варіантів.

Наступний проект «Дія QR» дозволяє ділитись цифровими документами миттєво. Наприклад, компанія створює власний QR, клієнт або новий співробітник сканує його та підвантажує усі необхідні цифрові документи одразу до електронного відділу кадрів (Дія.QR, 2023)

Міністерством трансформацій було запущено безкоштовне онлайн навчання для підприємців під назвою «Цифровізація бізнесу: як зростати в умовах війни», в межах якого було передбачене опанування базових навичок з цифровізації (Liga Zakon, 2022).

Війна дала розуміння того, що цифровізація має активно розвиватися. Електронні кабінети, електронні підписи та паспорти, електронні довідки – усе це стало частиною повсякденного життя.

Можна виокремити думку про те, що українським підприємствам слід підходити комплексно до заміни бізнес-моделей, де всі процеси базувались би на отриманні прибутків, змінивши вектор на переформатування, перекваліфікацію кадрів від вищої до найнижчої ланки, адже кількості виробничих потужностей може бути недостатньо для конкурентоспроможності в нових умовах.

Ризики цифровізації в машинобудуванні. Згідно аналітичного звіту АППАУ про впровадження стратегії «Індустрія 4.0. в галузі машинобудування. Стан в Україні та перспективи розвитку», цифрові трансформації в даній і суміжних сферах мають і надалі продовжуватись, адже велика кількість аспектів не були взяті до уваги та опрацьовані відповідно до нових світових тенденцій (Mautic-АППАУ 2018). За даними від респондентів, більше 90 % опитуваних упевнені, що конкурентоспроможність українських підприємств повною мірою або частково залежить від цифровізації, але наявні бар'єри, такі як: брак коштів та інша пріоритетність компаній, що вповільнюють та навіть перешкоджають розвитку підприємства в цьому напрямі. Відповідно до опитаних підприємств машинобудування було виявлено той факт, що нові технології, такі як інтернет

речей, великі дані, розумні пристрої, доповнена реальність, це щось віддалене та незрозуміле для працівників даної галузі (Федак, 2018). На нашу думку, пріоритетність машинобудування та суміжних з нею сфер промисловості – виробництво спеціалізованого та іншого устаткування, має бути однозначною і не піддаватись сумнівам, оскільки саме цей вид промисловості приносить доходи та може бути конкурентною на міжнародних ринках.

У зазначеному аналітичному звіті було окреслено ключові тренди в цифровізації для машинобудування, де нами було виокремлено декілька, що стосуються безпосередньо людського капіталу (Mautic-АППАУ, 2018):

- перший тренд – це використання доповненої або віртуальної реальності при навчанні персоналу, що зменшує час на перекваліфікацію та простой,
- другий тренд – це застосування хмарних платформ та сервісів, що збільшило б продуктивність підприємства. Існує багато упереджених думок щодо кібербезпеки даних застосунків, або взагалі дані технології ігноруються через нерозуміння та небажання платити за застосунки.

До того ж, аналізуючи проведені дослідження, варто підкреслити, що керівники машинобудівних підприємств незадоволені кадровою ситуацією, адже робота вважається не такою престижною як ІТ – сфера. Тому варто змінювати корпоративну культуру та в цілому механізм розвитку людського капіталу для збільшення привабливості даної сфери саме серед працівників. Проте керівники підприємств, за результатами опитувань, розуміють, що від корпоративної культури та інших чинників, пов'язаних з цифровізацією, залежить конкурентоспроможність підприємства.

З одного боку, машинобудівні підприємства та суміжні з ними з виробництва устаткування характеризуються системною автоматизацією виробничих процесів, у той час як адміністративні задачі виконуються без суттєвих змін та адаптації під нові реалії. Комплексний підхід до цифровізації та автоматизації не лише виробничих, а й адміністративних задач, а також у подальшому до віртуалізації навчання людського капіталу, мав би перспективний вектор розвитку підприємства відповідно до стратегії 4.0 переході на 5.0 для збільшення

ефективності та конкурентоспроможності підприємств, оскільки закордонні машинобудівні підприємства вже давно користуються перевагами цифровізації повною мірою

Для предметного аналізу стану цифровізації у машинобудуванні проаналізуємо впровадження інформаційно-комунікаційних технологій. Дані стосуватимуться доступу до мережі Інтернет, наявності сайту, ведення електронної торгівлі, використання хмарних технологій та чат-ботів, а також кількості працівників, які мають доступ до Інтернету та базові знання у сфері ІКТ.

Так, за даними Державної служби статистики України, кількість підприємств машинобудування, які мають доступ до мережі Інтернет з кожним роком зростає і становить достатньо великий відсоток від загальної кількості підприємств (рис.2.6) (Державна служба статистики України, 2022)

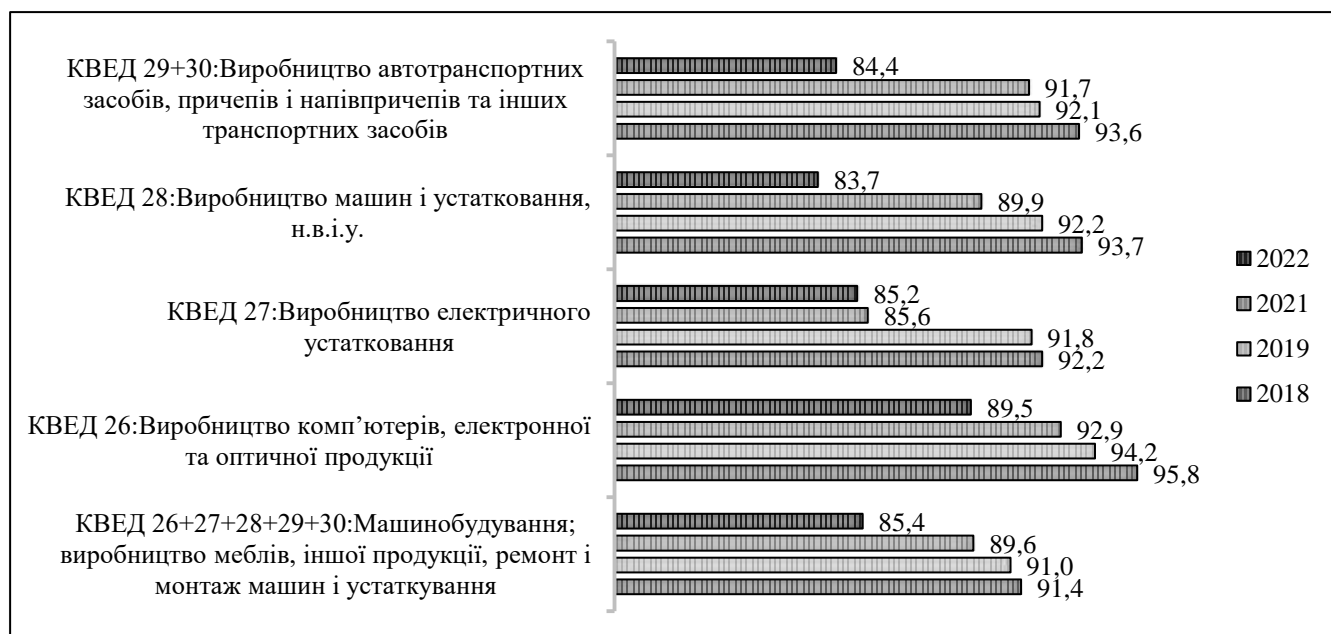


Рисунок 2.6 – Частка підприємств машинобудування, що мають доступ до мережі Інтернет, у % до загальної кількості, 2018-2022 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Аналізуючи кількість працівників у сфері машинобудування, що мають доступ до мережі Інтернет, можна дійти висновку, що тенденція до збільшення наявна (рис. 2.7)

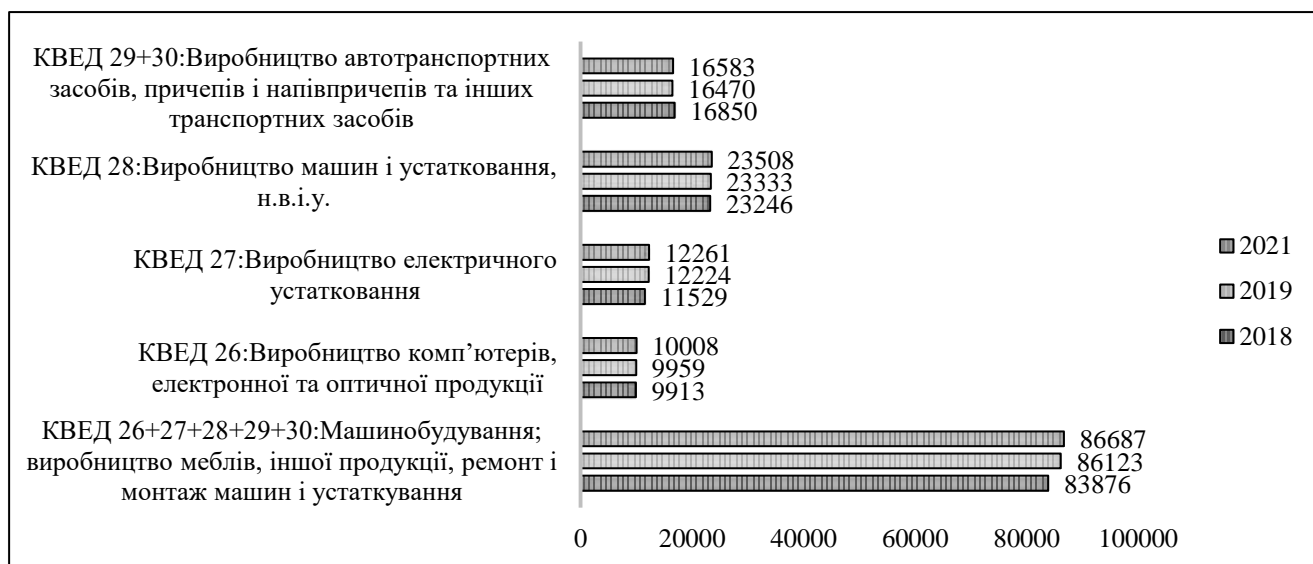


Рисунок 2.7 – Кількість працівників, що мають доступ до мережі Інтернет, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Варто зауважити, що порівняно з іншими сферами промисловості, відсоток від загальної кількості працюючих для машинобудування є достатньо низьким (рис. 2.8)



Рисунок 2.8 – Частка працівників, що мають доступ до мережі Інтернет за промисловостями, у % , 2021р.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Варто зазначити, що машинобудування не повною мірою розвинене в сфері ІКТ, адже в середньому 30 % наявності доступу працівників до мережі Інтернет може свідчити про низький показник цифровізації, адже цифрова трансформація починається з покриття Інтернет мережами. На відміну від сфери машинобудування, найбільші показники наявності доступу до Інтернету, наявні у сферах туристичного бізнесу, комп'ютерного програмування та телекомунікацій.

Розглянемо частку підприємств машинобудування, які мають вебсайти. Забезпечення вебсайтами є високим, проте недостатнім, адже клієнт або майбутній інвестор здійснюють пошук та ознайомлення з підприємствами через сайти.

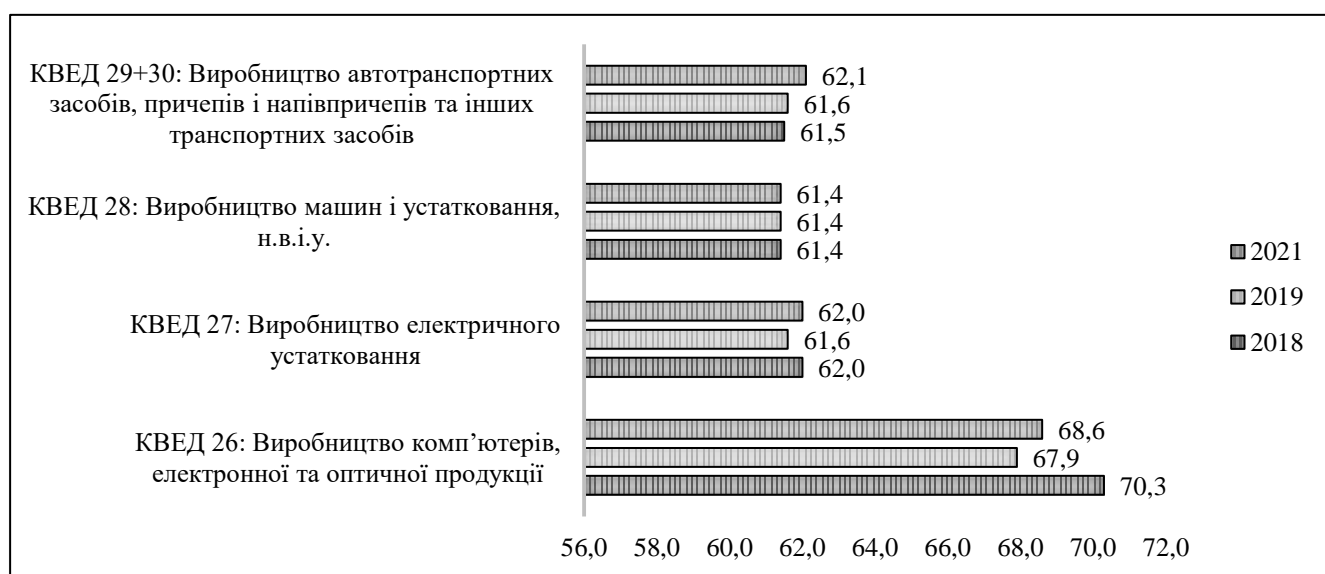


Рисунок 2.9 – Частка підприємств машинобудування, що мають вебсайт, у загальній кількості підприємств, %, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Варто зазначити, що серед тих підприємств, де наявні сайти, не всі мають функціонал для прийому та обробки онлайн замовлень. Так, наприклад частка підприємств, що мали можливість бронювання або замовлення в режимі онлайн становила від 14 %, до 16 % що є незадовільним результатом (рис. 2.10)

Кількість підприємств, яка використовує соціальні мережі для професійних цілей становить у середньому третину від загальної кількості, що є низьким результатом, оскільки більшість працівників має мобільний телефон і може використовувати соціальні мережі для комунікації та вирішення робочих питань.

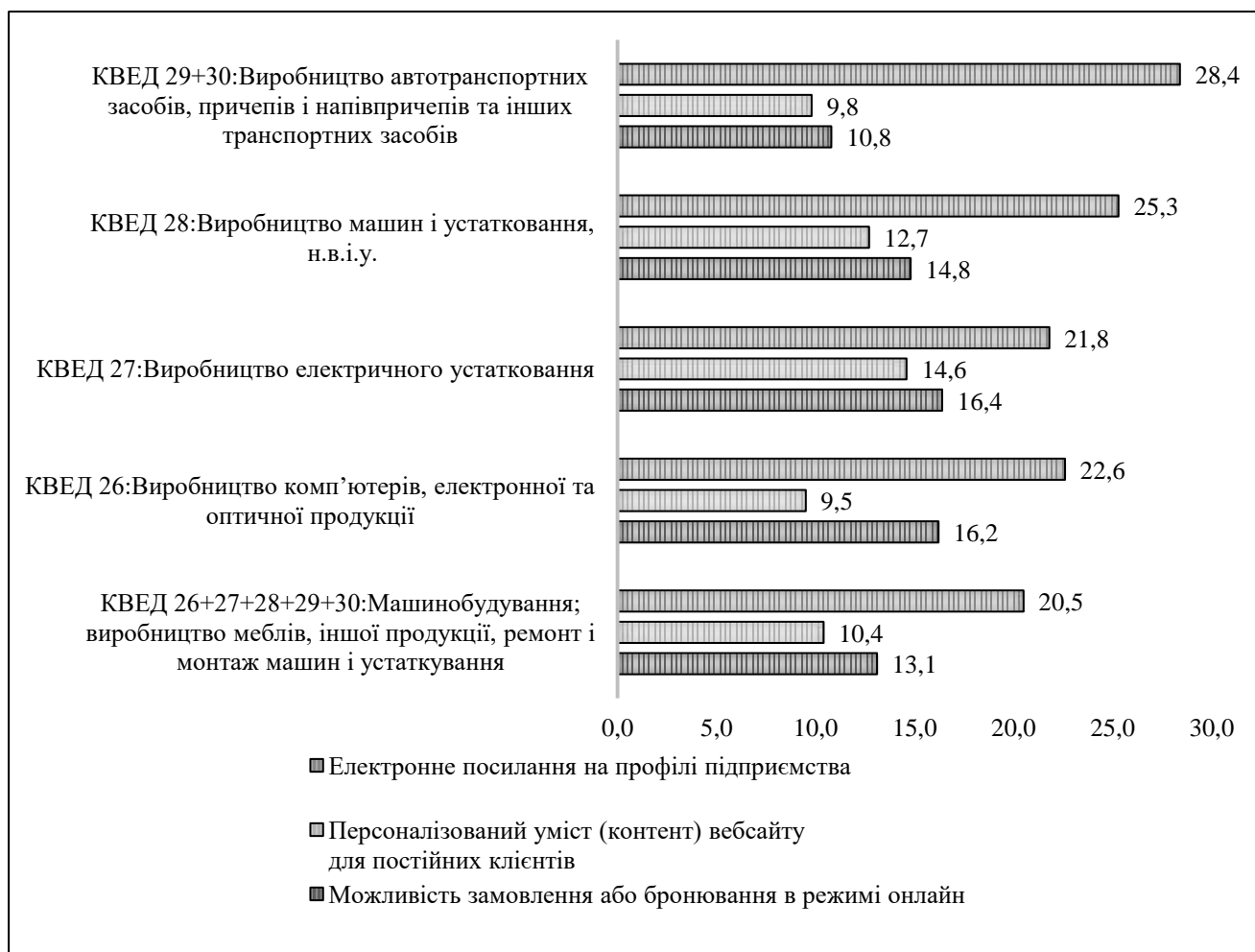


Рисунок 2.10 – Частка підприємств машинобудування, вебсайт яких забезпечує можливість надання інтерактивних послуг, у загальній кількості підприємств, %, 2021 рік

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Приблизно 9 % підприємств машинобудування використовує чат-боти, в яких людина відповідає клієнтам. Ще нижчий відсоток (приблизно 2%) використовують автоматизований чат-бот, який спрощує роботу з клієнтами завдяки шаблонам відповідей, що відправляються автоматично без участі людини. Даний вид автоматизації застосовується на сайтах та в соціальних мережах, людина може контролювати і підправляти відповіді, але цей вид програмного забезпечення зберігає час працівникам, які у цей час виконуватимуть інші задачі.

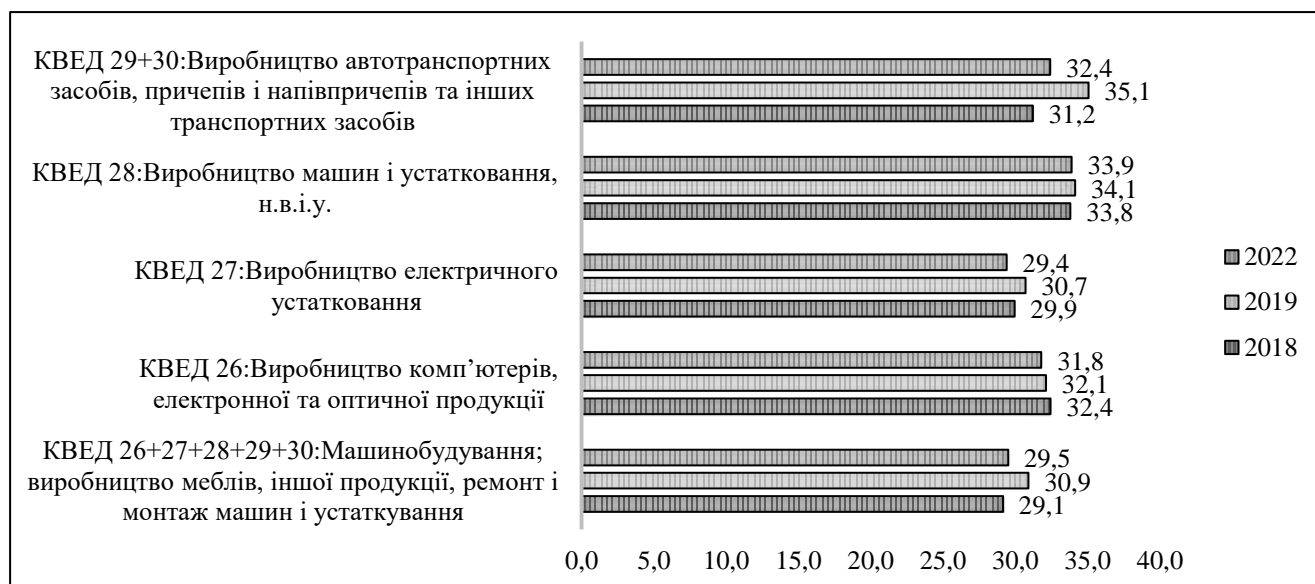


Рисунок 2.11 – Частка підприємств машинобудування, що використовують соціальні медіа, у загальній кількості підприємств, %, 2018-2022 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

В основному підприємства машинобудування використовують чати, в яких працівники відповідають клієнтам. З огляду на статистичні дані цей показник також є незначним і знаходиться у межах 10% (рис. 2.12)



Рисунок 2.12 – Частка підприємств машинобудування, що мають чат-сервіс для спілкування з клієнтами, у загальній кількості підприємств, %, 2020 рік

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Проаналізувавши кількість підприємств машинобудування, які використовують хмарні технології, можна сказати, що в середньому їх частка складає 10 % (рис. 2.13). Такий рівень залучення хмарних технологій свідчить про низький рівень цифрової трансформації, адже це один з ключових аспектів для автоматизації процесів та зміни моделі праці. Хмарні технології пришвидшують передачу даних, зменшують кількість часу, що витрачається на створення спільних документів тощо.

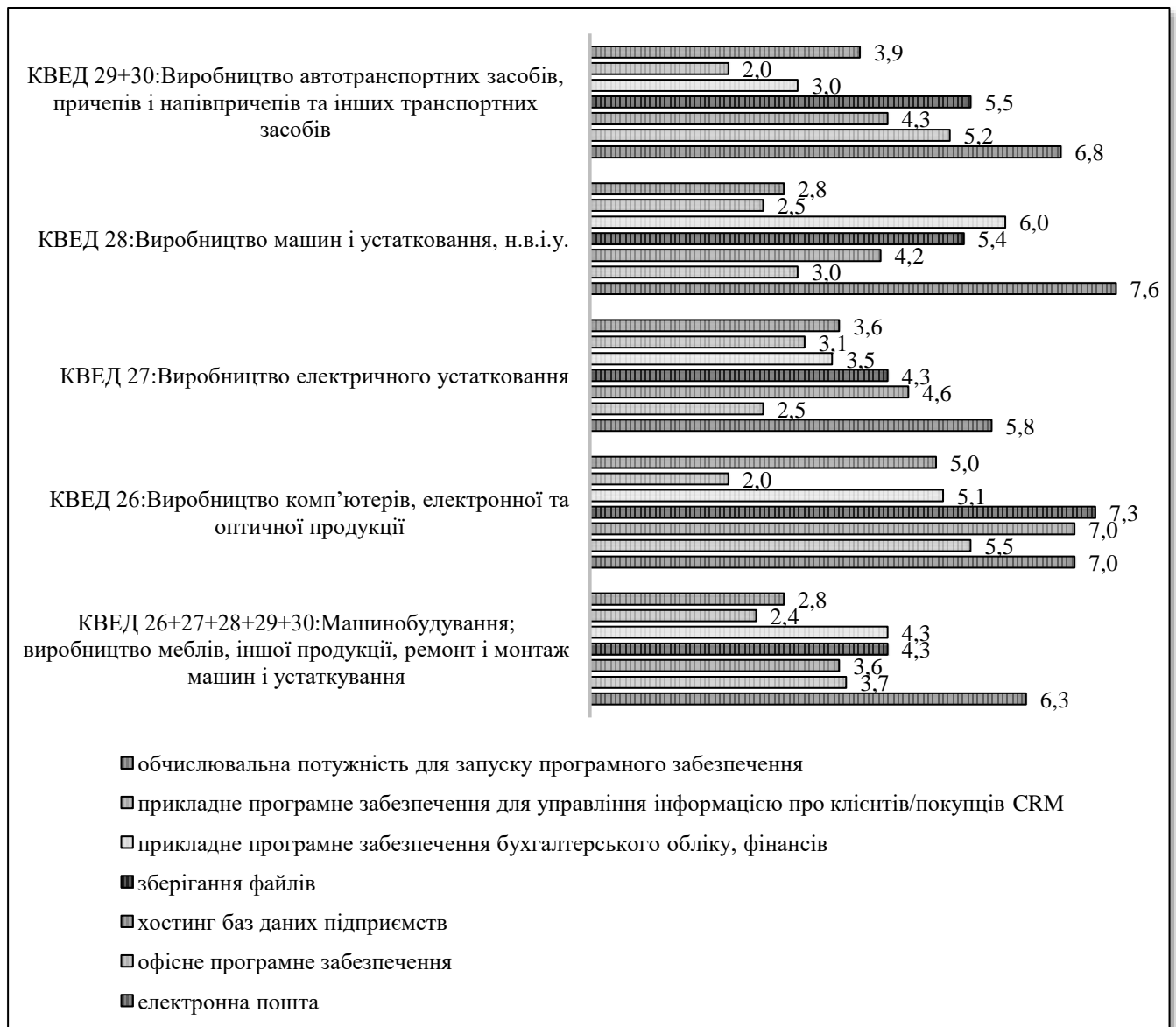


Рисунок 2.13 – Частка підприємств машинобудування, що купують послуги хмарних обчислень, за видами послуг хмарних обчислень, % , 2021 рік
(складено за даними (Державна служба статистики України))

За наведеною статистикою за видами хмарних обчислень, можна констатувати те, що рівень використання хмарних технологій є дуже низьким. Якщо загалом, то найбільше їх використовується підприємствами машинобудування за таким видом економічної діяльності як виробництво електричного устаткування та виробництво комп'ютерного обладнання. В інших видах економічної діяльності, лише в середньому 10 %. Найбільше використовуються послуги електронної пошти (в середньому 6 %), зберігання файлів (5%) та користування офісним програмним забезпеченням (4%). Такі низькі результати свідчать про незацікавленість керівництва підприємств щодо впровадження базових цифрових технологій.

Статистичні дані з електронної торгівлі підприємств машинобудування свідчать, що вона теж розвинута не достатньо. Частка підприємств машинобудування становить приблизно 6%.

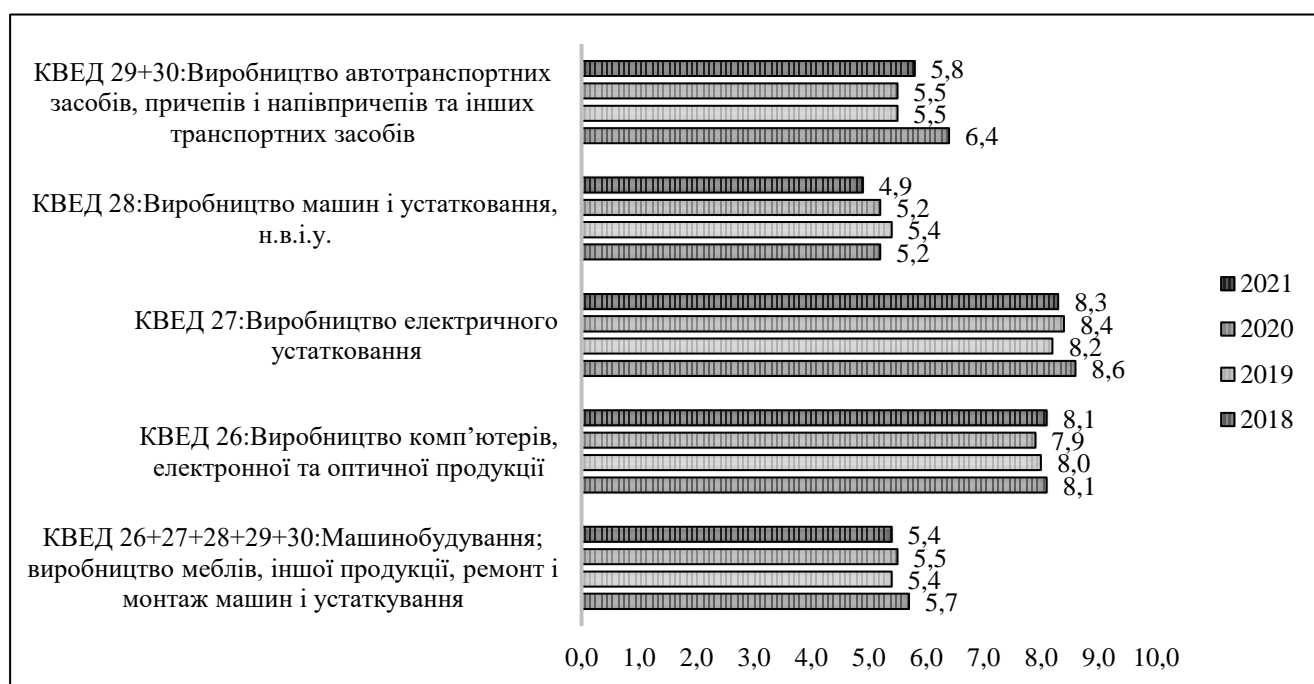


Рисунок 2.14 – Частка підприємств машинобудування, які здійснювали електронну торгівлю, у % до загальної кількості підприємств, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Прояв активності продажів через електронні ресурси за підприємствами машинобудування є занадто низьким. Обсяг реалізованої продукції), отриманий

від електронної торгівлі у % до загального обсягу реалізованої продукції у 2018-2021 рр. становив не більше 5 % (рис. 2.15)



Рисунок 2.15 – Частка обсягу реалізованої продукції підприємствами машинобудування, отримана від електронної торгівлі у % до загального обсягу реалізованої продукції (товарів, послуг) підприємств, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Здебільшого підприємства машинобудування здійснювали електронну торгівлю через власні вебсайти або ж вебсайти та вебдодатки для електронної торгівлі (рис. 2.16). Співвідношення обсягу реалізованої продукції, здійсненого за допомогою електронної торгівлі до загального обсягу, дало можливість засвідчити той факт, що підприємства машинобудування майже її не використовують (в середньому 3%).

Дана статистика свідчить про те, що навіть маючи вебсайт, електронні розрахунки не використовуються. Хоча можна було б задіяти спеціалізоване цифрове програмне забезпечення, яке б сприяло збільшенню обсягів продажу.



Рисунок 2.16 – Частка підприємств машинобудування, які здійснювали електронну торгівлю, у загальній кількості підприємств за видами продажів, %, 2021 р.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Статистика електронних розрахунків показує середні результати, але цього також не достатньо. Якщо наявні вебсайт та онлайн кабінет, є можливість здійснювати продажі не лише оптовим покупцям, а й у роздріб, а також залучати нових клієнтів.

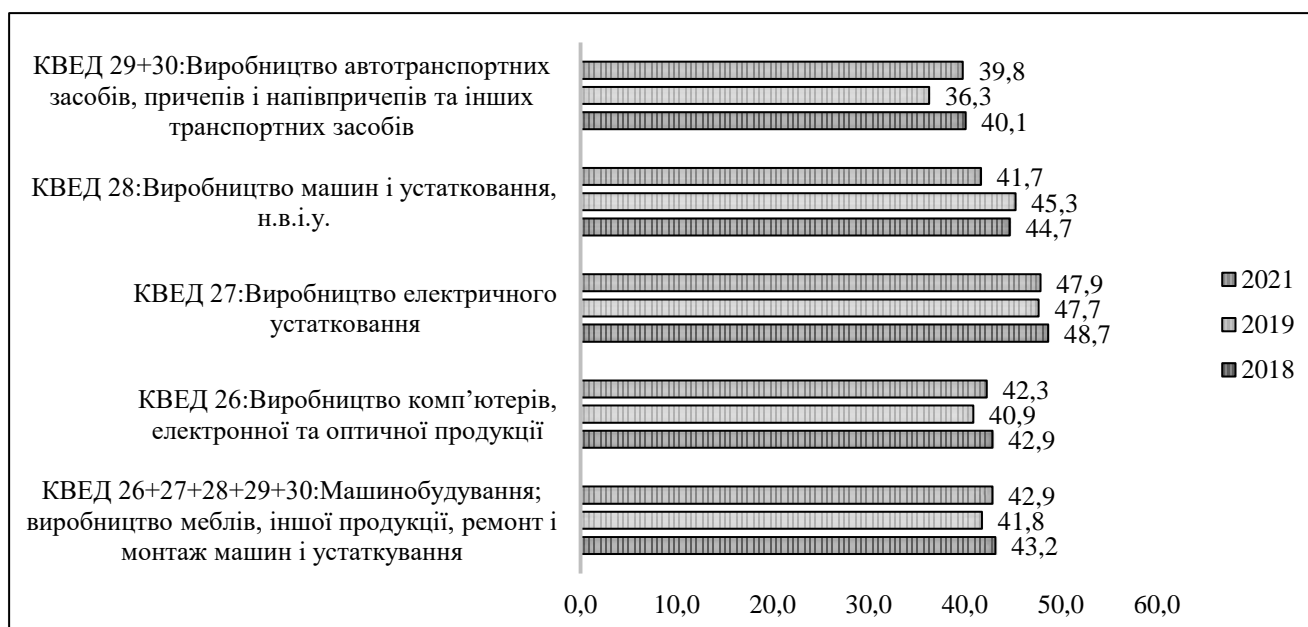


Рисунок 2.17 – Частка підприємств машинобудування, які надсилали рахунки-фактури в електронній формі придатній до автоматизованої обробки, у загальній кількості підприємств за видами економічної діяльності, %, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Більша частка підприємств і натеper використовують паперову документацію, що є по-перше, незручним способом передачі інформації, по-друге, займає великий обсяг часу (рис.2.18). Рахунки-фактури можна оформлювати в спеціальних додатках за шаблонами і надсилати на пошту або в особистий кабінет клієнта, або найпростіший варіант – зробити документ і завірити електронною печаткою та підписом, щоб цей документ вважався придатним до автоматизованої обробки.

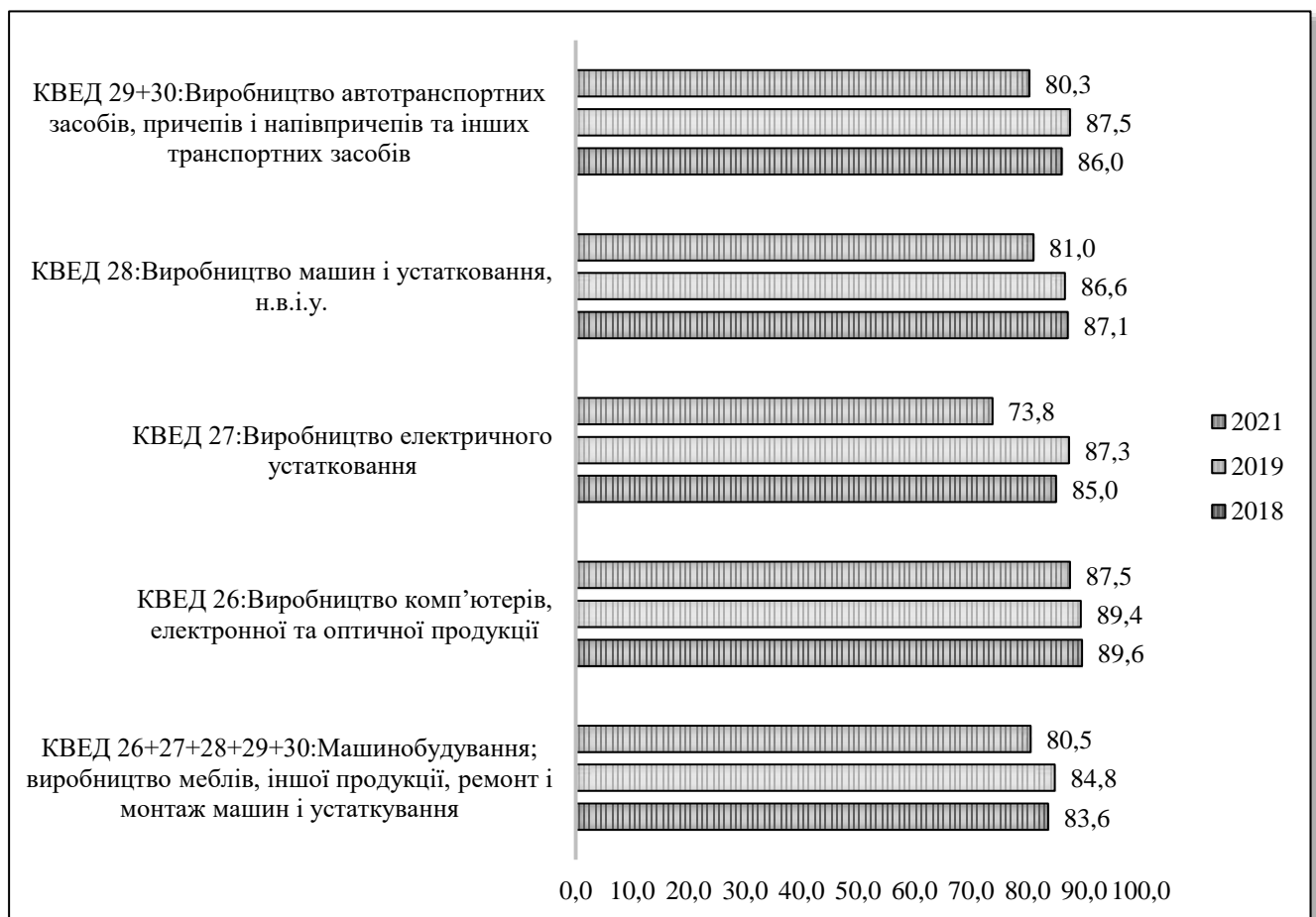


Рисунок 2.18 – Частка підприємств машинобудування, що надсилали рахунки-фактури в паперовому вигляді, у загальній кількості підприємств за видами економічної діяльності, %, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Забезпечення людського капіталу найманням працівників з компетенціями у ІКТ для підприємств машинобудування є також не системною практикою. Аналіз

даних свідчить, що лише до 50% таких підприємств мають у своєму складі найманих фахівців у сфері ІКТ (рис.2.19).

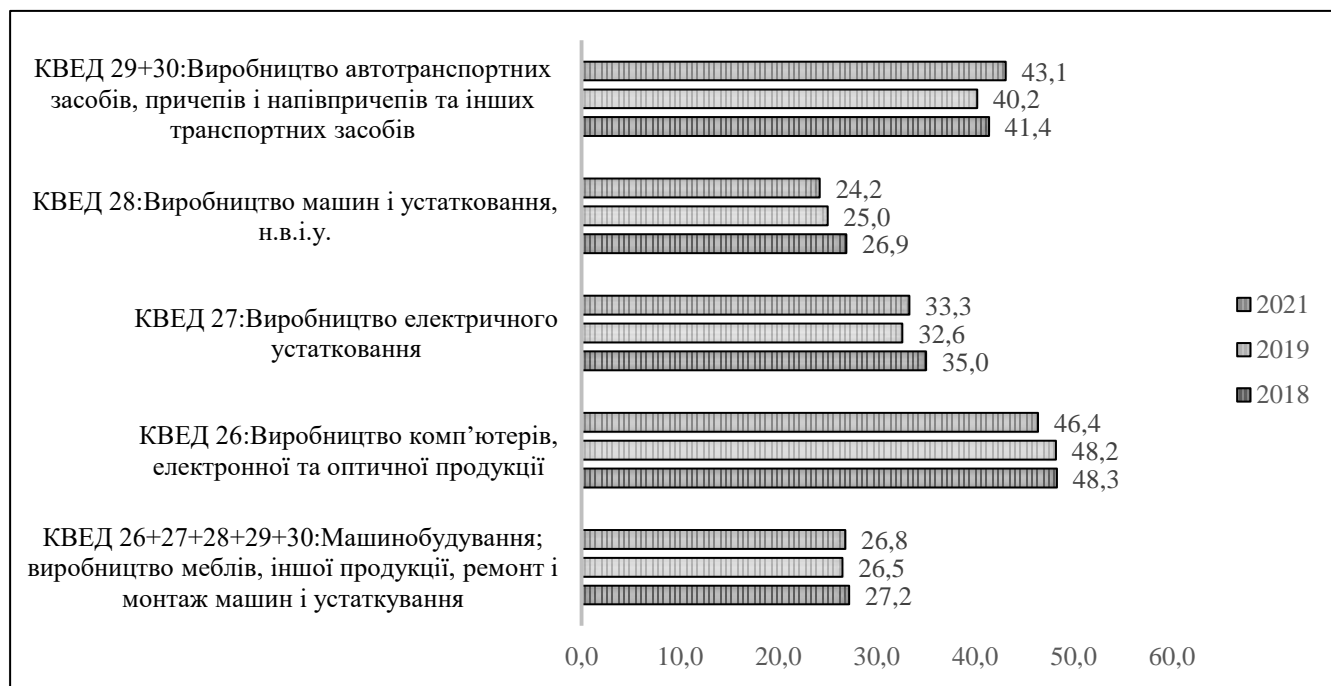


Рисунок 2.19 – Частка підприємств машинобудування, що мають найманих фахівців у сфері ІКТ, за видами економічної діяльності, %, 2018 - 2021 рр.

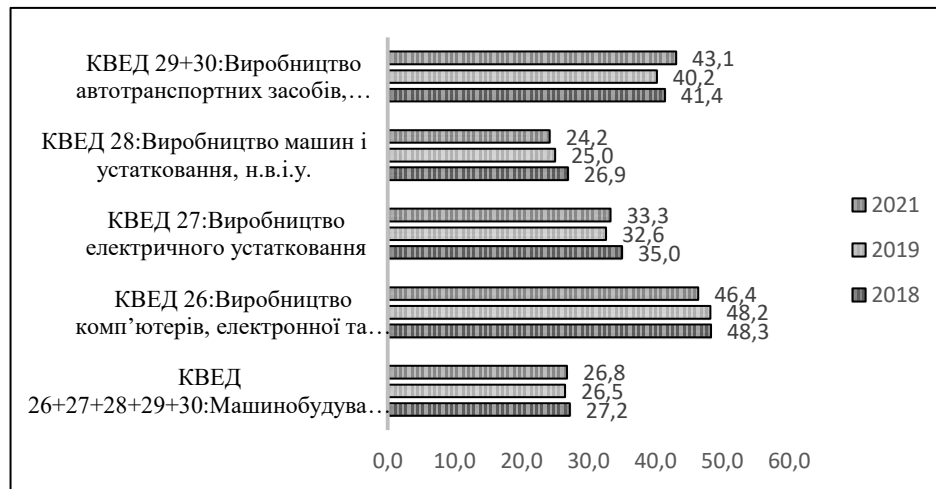
(складено за даними (Державна служба статистики України))

З аналізу даних, наведених на рис. 2.19 можна свідчити про те, що:

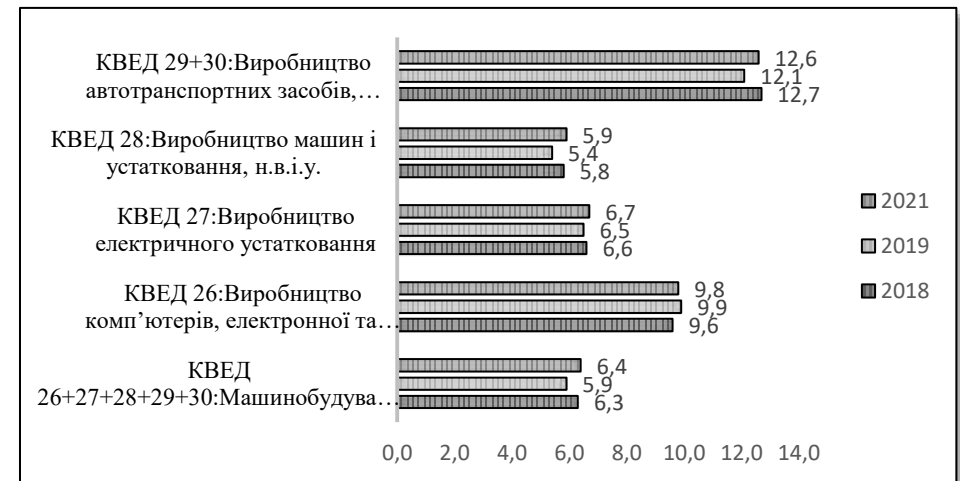
- на підприємствах машинобудування не вистачає кадрів, які б були кваліфікованими у сфері ІКТ;
- достатня частка підприємств залучали до виконання функцій у сфері ІКТ аутсорсингових постачальників послуг.

Зазначене означає, що на підприємствах машинобудування розуміють потребу у цифровізації та розвитку, але не можуть виконати певні функції самостійно, тому залучають зовнішніх фахівців.

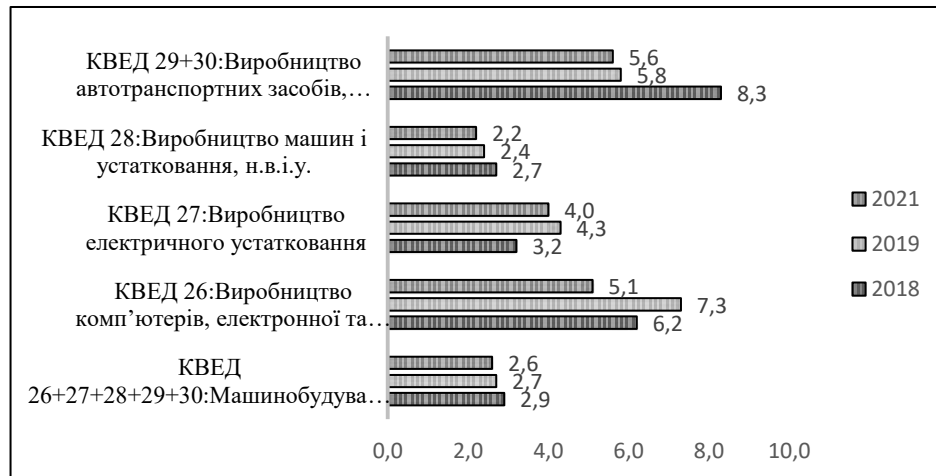
Деякі підприємства навчають або намагаються навчати власних працівників функціям у сфері ІКТ і це вже є позитивним зрушенням. Звісно, частка таких підприємств має бути більшою, але зрозуміло, що на цифровізацію потрібні інвестиції, а ситуація в країні наразі не є сприятливою (рис 2.20)



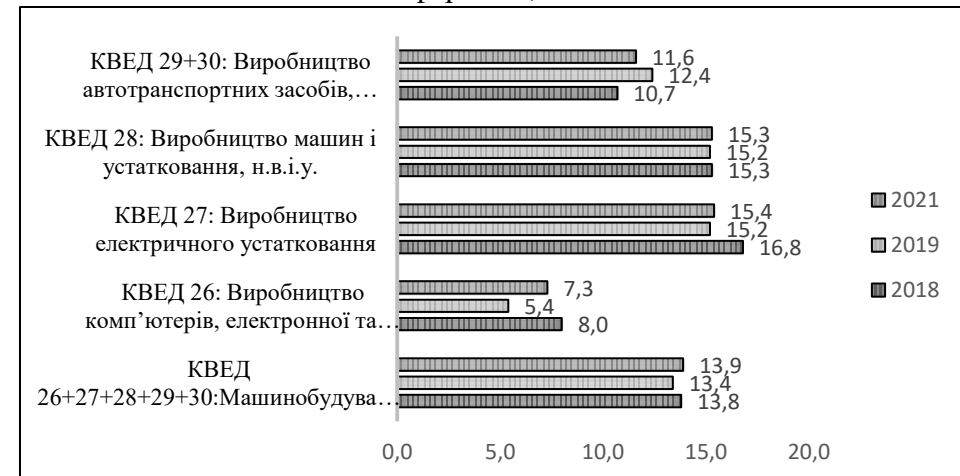
а) частка підприємств, що мають найманих фахівців у сфері ІКТ, %



б) частка підприємств, що наймали/намагалися наймати фахівців у сфері ІКТ, %



в) частка підприємств, що мали вакансії фахівців ІКТ, %



г) частка підприємств, на яких виконання функцій ІКТ здійснювали зовнішні постачальники послуг, %

Рисунок 2.20 – Частка підприємств машинобудування, щодо найму та вакансій фахівців у сфері ІКТ, 2018-2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

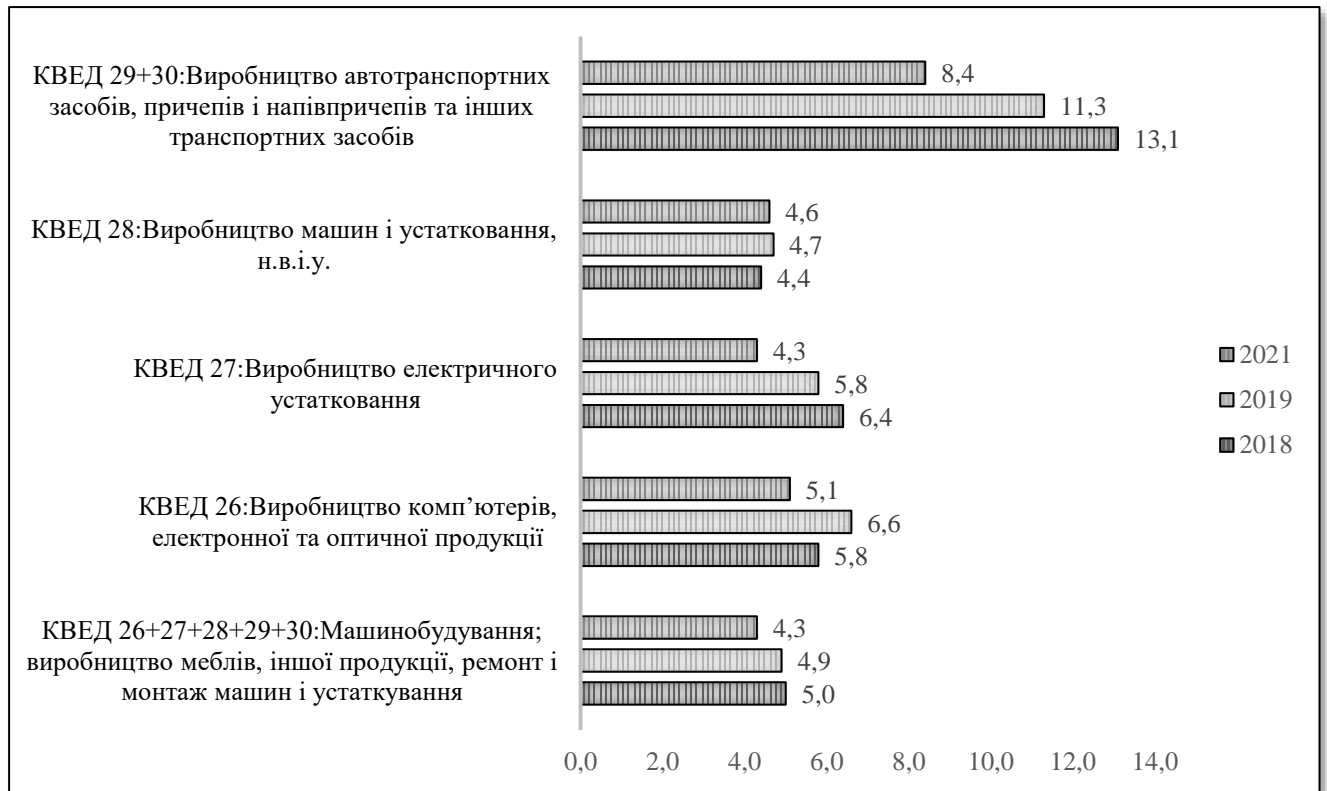


Рисунок 2.21 – Частка підприємств машинобудування, що проводили навчання у сфері ІКТ, у загальній кількості підприємств для працівників не зі сфери ІКТ, %, 2018 - 2021 рр.

(складено за даними (Державна служба статистики України))

Отже, підсумовуючи статистичні дані, можна свідчити про те, що, зважаючи на рівень впровадження електронної торгівлі, ведення вебсайту, залучення фахівців та впровадження хмарних технологій, сфера інформаційно-комунікаційних технологій, від якої залежить цифровізація, підприємствами машинобудування розвинута недостатньо. Враховуючи складні часи виживання даного виду промисловості, поряд із впровадженням технологій, перенесення виробництва до інших регіонів, пошук кадрів або можливість людей працювати віддалено, могли б стати вагомим внеском у цифровізацію підприємств.

Статистичні дані не свідчать про те, що ситуація критична. Підвищення показників потребує спеціалізованих механізмів розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки з застосуванням елементів навчання для здобуття професійних компетентностей.

2.2 Визначення вартості та економічної значущості людського капіталу для підприємств машинобудування

Цифровізація економічної та виробничої діяльності впливає на зміну людського капіталу. Цифрові технології мають потужний вплив на людський капітал, оскільки змінюють спосіб навчання, роботи, спілкування, дозволяють працювати віддалено, взаємодіяти з людьми з усього світу та отримувати доступ до інформації та ресурсів, які раніше були недоступні. Однак цифрові технології також мають певні ризики. Наприклад, вони можуть призвести до втрати робочих місць через автоматизацію і відповідно заміну людини роботизованою технікою. Існує доведений факт у практиці підприємств, що у разі використання працівниками певних цифровізованих процесів, навіть пов'язаних із спрощенням системи управління, завдяки зменшенню часу на реалізацію операцій та збільшенню ефективності комунікацій між людьми підвищуються економічні результати діяльності підприємства.

Людський капітал є одним з ключових складових цифровізації, який включає в себе знання, навички та досвід, який можна внести у розвиток цифрових технологій та їх використання в різних сферах життя (Центр Разумкова, 2018). Людський капітал, у свою чергу, є і наслідком чому відбувається цифровізація, тому що після отриманих навичок працівник збільшує свій рівень професіоналізму, починаючи претендувати при цьому на іншу посаду та більшу винагороду (розкрито автором у праці (Мельничук, 2023а)). Відповідно до останніх досліджень, у цифровій економіці, де технології швидко змінюються та розвиваються, людський капітал є важливим фактором успіху. Компанії, які забезпечують своїх працівників знаннями та навичками, необхідними для роботи з новітніми технологіями, мають більшу можливість бути конкурентоспроможними та ефективними. З іншого боку, якщо людський капітал не може адаптуватись та перекваліфікуватись під нові реалії, цифровізація проходитиме повільніше, і, як наслідок, це сповільнюватиме

конкурентоспроможність не лише окремих підприємств, але й економіки країни в цілому (Залознова.& Азьмук, 2022).

Для аналізу впливу людського капіталу на результати економічної діяльності підприємств машинобудування, доцільно використовуючи статистичні дані, проаналізувати, розрахувати, порівняти показники, змодельовати та знайти формальні зв'язки, що пов'язані з розвитком людського капіталу в умовах цифровізації економіки.

Варто зазначити, що оцінка людського капіталу є ускладненою тим, що окрема офіційна статистика кількісних показників оцінювання його розвитку під впливом цифровізації на підприємствах машинобудування не завжди ведеться, натомість є чинники, які опосередковано можуть охарактеризувати його вплив.

Для визначення залежності результатів економічної діяльності підприємств машинобудування від рівня людського капіталу насамперед слід оцінити людський капітал у грошовому еквіваленті. З цією метою потрібно побудувати відповідну модель. Розглянемо найбільш адекватні для вирішення такого завдання.

Формування пропозицій щодо розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в напрямі зростання рівня їх цифрових компетентностей базується, щонайперше, на аналізі існуючого стану результативності його використання. Методів розрахунку людського капіталу у вартісному еквіваленті не багато, а такі, які були б пов'язані з цифровізацією, взагалі відсутні (Fonarova & Chernyak, 2019). Тому для реалізації задач даного дослідження було висунуто припущення, що чим вищі темпи та обсяги впровадження цифровізації, тим вищими є результати використання людського капіталу, оскільки цифровізація призводить до зростання частки інтелектуальної праці та створеної доданої вартості. Для проведення аналізу ми розглянули декілька моделей екзогенного економічного зростання провідних світових учених.

Першою моделлю, яка варта уваги, є неокласична модель екзогенного економічного зростання Солоу-Свона, оскільки вона надала математичну базу для подальших моделей, пов'язаних з впливом людського капіталу на розвиток економіки країни (Solow, 1956; Swan, 1956). У даній моделі є припущення, що

технологічний прогрес збільшує продуктивність праці (Solow, 1956; Swan, 1956). Отже, можна стверджувати, що рівень цифровізації підприємства збільшуватиме продуктивність праці. Людський капітал, у свою чергу, може виступати чинником, який впливає на якісні складники, і тим самим на продуктивність підприємства.

Другою моделлю, що викликала зацікавленість, є модель Ероу-Ромера, яка відома як модель навчання в процесі діяльності. П. Ромер вивчав фактори виробництва і вказав, що є не лише капітал і праця, а й технологія, та стверджував, що країна, в якій є розвинена наука та людський капітал має більшу ймовірність розвитку та зростання економіки (Romer, 1986). Саме Пол Ромер (1986) ввів у наукове поле визначення «ефект переливу знань», що є важливим у збільшенні продуктивності. Розглянувши фактор «знань» і виділивши його в окрему важливу категорію, модель ученого дала можливість зрозуміти від чого залежить продуктивність праці.

Згідно моделі АК – ендогенної моделі економічного зростання або моделі Р.Лукаса, економічне зростання досягається завдяки граничній продуктивності капіталу, який включає в себе не лише фізичний, а й людський капітал. У даній моделі не розглядаються темпи зростання технологічного прогресу, оскільки їх можна пояснити і без виокремлених технологічних змін. Зниження норм амортизації призводить до підвищення темпів економічного зростання. За певних умов темпи зростання збільшуються за технологічних змін, що ведуть, у свою чергу, до зростання технологічного параметру A , підвищуючи середню та граничну продуктивність капіталу (Rebelo, 1990; Lucas, 1988). Враховуючи зазначене, саме цю модель було обрано для поставленого завдання дослідження.

На основі цієї моделі можна пояснити економічне зростання підприємства, не залучаючи припущення про темпи зростання технологічного прогресу, що задаються екзогенно. У моделі чистий дохід Y задається мультиплікативною виробничою функцією, що описує економіку зі сталою віддачею від масштабу – екстенсивне зростання, тобто: $F(nK, nL)=nY$ для будь-якого $n>0$, тобто функцією Кобба-Дугласа $Y=F(K, L)=\bar{A} \cdot K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha}$ (якщо б сума показників степенів K та L була більше одиниці, то зростання було б інтенсивним.) (Rebelo, 1990):

$$Y(t) = \bar{A} \cdot (K(t))^\alpha \cdot (\bar{L} \cdot H(t))^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (2.1)$$

де $Y(t)$ – чистий дохід від реалізації продукції

\bar{A} – технологічний параметр, $\bar{A} > 0$;

$K(t)$ – фізичний капітал (основні засоби);

\bar{L} – чисельність працюючих;

$H(t)$ – вартість людського капіталу, яким володіє типовий представник робочої сили.

Використання моделі передбачає ряд припущень (Rebelo, 1990):

- чисельність робочої сили є сталою, тому сукупний запас людського капіталу дорівнює $\bar{L} \cdot H(t)$. Тоді ефективність праці вимірюється рівнем людського капіталу $H(t)$;
- інвестиції $I(t)$ в момент часу t являють собою суму інвестицій в фізичний $I^k(t)$ та людський капітал $I^h(t)$: $I(t) = I^k(t) + I^h(t)$;
- чистий дохід розподіляється на споживання C та інвестиції I ;
- норми амортизації μ фізичного і людського капіталу збігаються, тому

$$dK/dt = I^k - \mu \cdot K, \quad dH/dt = I^h - \mu \cdot H, \quad \text{де } \mu - \text{норма амортизації};$$

- припускається повна взаємозамінність капітальних ресурсів. Тому, оскільки витрати накопичення фізичного і людського капіталу збігаються, то в рівноважному стані їх граничні продуктивності також мають бути рівними, тобто $MPK = MPH$ (Rebelo, 1990).

$$MPK = dY/dK = \alpha \bar{A} \cdot \left(\frac{L \cdot H(t)}{K(t)} \right)^{1-\alpha} = \left(\frac{L \cdot H(t)}{K(t)} \right)^{1-\alpha},$$

$$MPH = dY/dH = (1-\alpha) \bar{A} \cdot \left(\frac{K(t)}{L \cdot H(t)} \right)^\alpha \bar{L} = (1-\alpha) \bar{A} \left(\frac{L \cdot H(t)}{K(t)} \right)^{-\alpha} \bar{L}.$$

Звідси випливає, що людський капітал можна знайти за формулою:

$$H(t)/K(t) = (1-\alpha) / \alpha \quad (2.2)$$

Тоді виробнича функція набуває вигляду:

$$Y(t) = \bar{A} \cdot ((1-\alpha) / \alpha)^{1-\alpha} \cdot L^{1-\alpha} \cdot K(t) = A \cdot K(t),$$

$$\text{де константа } A = \bar{A} \cdot ((1-\alpha) / \alpha)^{1-\alpha} \cdot L^{1-\alpha}. \quad (2.3)$$

Основною властивістю отриманої моделі є стала гранична продуктивність капіталу. Ця незмінна віддача капіталу можлива завдяки тому, що капітал включає в себе як фізичний, так і людський.

Для дослідження нами обрано ряд підприємств машинобудування.

ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад». Економіко-виробнича діяльність підприємства концентрується на виробництві газових лічильників, фільтрів газу, діафрагм та перетворювачів тиску, при цьому зростання компанії відбувається через політику реінвестування, основна частка прибутку спрямована на інвестування в розвиток та модернізацію виробництва (ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад», 2022).

АТ «Елміз» концентрується на виробництві обладнання для космічних систем, випробувань, гірно-шахтних систем, агронавігації, при цьому зростання компанії відбувається через політику реінвестування, основна частка прибутку спрямована на інвестування в розвиток. Так, компанія зосередилась на виробництві зарядних станцій для електромобілів класу FastCharger, тому що попит на даний вид товарів є високим на ринку, але продовжує виготовлення продукції зазначеної в каталозі. Дохід з вироблення зарядних станцій інвестується в проведення наукоємних аналізів спеціалізованими організаціями для збереження науково-конструкторського, інженерно-технічного, виробничого і кадрового потенціалу. Також наявне збереження позитивної динаміки розвитку, залучення підприємства до виконання державних замовлень (АТ «Елміз, 2022).

ПрАТ «Київполіграфмаш», яке займається виробництвом флексографських рулонних, фальцювальних машин, різноманітних поліграфічних і тарних машин, позолотних пресів, ламінаторів, друкарсько-висікальних ліній та устаткування для виготовлення гофрокартонної тари, а також запасних частини до різного поліграфічного та тарного устаткування, при цьому зростання компанії відбувається через політику реінвестування. Безпосередньо на підприємстві здійснюються всі види механічної обробки деталей включно з їх термообробкою, гальванічним покриттям та фарбуванням (ПрАТ «Київполіграфмаш», 2022). Основна частка прибутку спрямована на інвестування в розвиток власної заводської лабораторії підприємства, яка здійснює контроль якості деталей, а також для вдосконалення конструкцій машин з врахуванням досвіду їх експлуатації та побажань замовників (ПрАТ «Київполіграфмаш», 2022).

ПрАТ «Київський радіозавод». Економіко-виробнича діяльність підприємства спрямована на виробництво базових серійних, так і нестандартних, індивідуальних ліфтів. У своїх розробках компанія застосовує новітні, прогресивні світові та власні розробки, застосовує найкращі європейські комплектуючі (ПрАТ «Київський радіозавод», 2022). При цьому зростання компанії відбувається через політику реінвестування, основна частка прибутку направлена на інвестування в розвиток компанії для створення новітньої продукції у зайнятій сфері (ПрАТ «Київський радіозавод», 2022).

АТ «Перший київський машинобудівний завод». Завод випускає широкий спектр обладнання, включаючи обладнання для переробки гуми, відділення металевих домішок, переробки відходів, а також ротори, циліндри та гідродомкрати. Здійснює роботизовану обробку і зварювання великогабаритних деталей. У 2021 році підприємство запустило виробництво обладнання для переробки шин, а також інвестує в дослідження та розробки, має власний центр досліджень та розробок, який працює над розробкою нових технологій для переробки гуми та пластмас. (АТ «ПКМЗ», 2022).

ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад» займається створенням бортового авіаційного обладнання літальних апаратів. Підприємство здійснює науково-дослідну діяльність, спрямовану на розробку, виготовлення й випробування експериментальної та серійної продукції, обслуговування й модернізацію бортових електронних блоків, систем регулювання і контролю авіатехніки та двигунів, систем обробки і збереження польотної інформації, індикаторів, модулів тощо. Підприємство здійснює інвестування в розробку нових продуктів і технологій, впровадження сучасних виробничих процесів та розширення виробничих потужностей (ПАТ «НТК «Електронприлад», 2022).

ТОВ «Укрелектроапарат» здійснює виготовлення трансформаторів, підстанцій, щитового та іншого обладнання. На підприємстві впроваджено серійне виробництво трансформаторів серії ЕКОдизайн 1 і 2 згідно директиви ЄС щодо визначення вимог з ЕКОдизайну енергоспоживчих продуктів, які виготовляються з поліпшеними екологічними характеристиками за новими вимогами Індустрії 5.0.

Підприємство інвестує в розробку нових технологій для виробництва трансформаторів, удосконалення якості своїх продуктів, збільшення обсягів виробництва, розширення ринків збуту, підвищення рівня обслуговування клієнтів (ТОВ «Укрелектроапарат», 2022).

ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод» розробляє та виготовляє сучасне високоефективне та енергозберігаюче компресорне обладнання, що реалізується на інноваційній та інжиніринговій основі, а також модернізує та переоснащує об'єкти промисловості. Підприємство інвестує в розробку нових технологій для виробництва трансформаторів, удосконалення якості своїх продуктів, збільшення обсягів виробництва, розширення ринків збуту, підвищення рівня обслуговування клієнтів (ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод», 2022).

ПрАТ «Вентиляційні системи» орієнтується на виготовленні побутових та промислових вентиляторів, систем повітряного опалення, систем димовиведення та протипожежних клапанів. Підприємство здійснює повний замкнутий цикл виробництва продукції і оснащене сучасним обладнанням, застосовує концепцію управління Lean production. Підприємство постійно інвестує в дослідження та розробки, щоб розробляти нові технології вентиляції та кондиціонування, які є більш ефективними, енергоефективними та екологічно чистими (ПрАТ «Вентиляційні системи», 2022).

ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» займається виготовленням вагонів різного виду, ескалаторів, запчастин до вагонів, спеціальної та комунальної техніки. На підприємстві за допомогою нових технологій і матеріалів упроваджено застосування сталей підвищеної міцності і зносостійкості у вантажному вагонобудуванні, закуплено і встановлено кращі в Європі верстати і комплекси для обробки деталей та вузлів (ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», 2022). Підприємство інвестує в оновлення виробничих потужностей, зокрема в будівництво нового цеху з виробництва вагонів метро, а також нові технології, зокрема в розробку і впровадження нових вагонів метро, які відповідають

сучасним стандартам якості та безпеки (ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», 2022).

Детально показники діяльності підприємств машинобудування, на основі яких буде побудовано модель для визначення показника людського капіталу та застосування виробничої функції Кобба-Дугласа наведено в (додаток А). Можна стверджувати, що умова стабільності середньої кількості працівників на всіх підприємствах дотримується, а незначні відхилення не матимуть впливу на побудову моделі. Знайдемо за методом Метод Монте-Карло (МНК) регресійні функції залежності чистого доходу від основних засобів у вигляді:

$$\hat{Y}=A \cdot K, \quad (2.4)$$

де регресанд \hat{Y} – чистий дохід від реалізації продукції;

регресор K – основні засоби.

Регресійні функції для досліджуваних підприємств, наведено в табл.

Таблиця 2.1 – Регресійні функції, побудовані за даними досліджуваних підприємствам, за методом МНК

Підприємство	Регресійна функція	Показники моделі та відповідність
1	2	3
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	$\hat{Y}=3,248872 \cdot K$, $A=3,248872$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,99$; значення F-критерію: $F=494$ Регресія гарно апроксимує емпіричні дані, є значущою
АТ «Елміз»	$\hat{Y}=1,8325 \cdot K$, $A=1,8325$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,86$; значення F-критерію: $F=18$ Регресія добре апроксимує емпіричні дані, є значущою
ПрАТ «Київполіграфмаш»	$\hat{Y}=3,3654 \cdot K$, $A=3,3654$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,98$; значення F-критерію: $F=147$ Регресія гарно апроксимує емпіричні дані, є значущою
ПрАТ «Київський радіозавод»	$\hat{Y}=1,741 \cdot K$, $A=1,741$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,95$; значення F-критерію: $F=64$ Регресія гарно апроксимує емпіричні дані, є значущою
АТ «Перший Київський машинобудівний завод»	$\hat{Y}=0,278166 \cdot K$, $A=0,278166$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,98$; значення F-критерію: $F=172$ Регресія гарно апроксимує емпіричні дані, є значущою
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	$\hat{Y}=0,844481 \cdot K$, $A=0,844481$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,96$; значення F-критерію: $F=76$ Регресія гарно апроксимує емпіричні дані, є значущою
ТОВ «Укрелектроапарат»	$\hat{Y}=5,874288 \cdot K$, $A=5,874288$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,87$; значення F-критерію: $F=19,3$ Регресія добре апроксимує емпіричні дані, є значущою

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	$\hat{Y}=3,205136 \cdot K$, $A=3,205136$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,83$; значення F-критерію: $F=19,8$ Регресія добре апроксимує емпіричні дані, є значущою
ПрАТ «Вентиляційні системи»	$\hat{Y}=4,913973 \cdot K$, $A=4,913973$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,96$; значення F-критерію: $F=69$ Регресія гарно апроксимує емпіричні дані, є значущою
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	$\hat{Y}=9,272874 \cdot K$, $A=9,272874$.	Коефіцієнт детермінації: $R^2=0,90$; значення F-критерію: $F=26$ Регресія добре апроксимує емпіричні дані, є значущою

Сформовано автором

Надалі розрахуємо значення показника людського капіталу у грошовому еквіваленті для ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад», використовуючи залежність (2.3), знаходимо $\bar{A}=1,24$; $\alpha=0,7474$.

Тоді зі співвідношення (2.2) маємо:

$$H(t) = ((1-\alpha) / \alpha) \cdot K(t) = 0,33797 \cdot K(t).$$

Використовуючи залежність (2.3), знаходимо $\bar{A}=1,13$; $\alpha=0,8474$. Тоді зі співвідношення (2.2) маємо:

$$H(t) = ((1-\alpha) / \alpha) \cdot K(t) = 0,18008 \cdot K(t).$$

Для ПрАТ «Київполіграфмаш», використовуючи залежність (2.3), знаходимо $\bar{A}=1,0175$; $\alpha=0,685$. Тоді зі співвідношення (2.2) маємо:

$$H(t) = ((1-\alpha) / \alpha) \cdot K(t) = 0,45985 \cdot K(t).$$

Четвертим підприємством нашої вибірки є ПрАТ «Київський радіозавод». Використовуючи залежність (2.3), знаходимо $\bar{A}=1$; $\alpha=0,84$. Тоді зі співвідношення (2.2) маємо:

$$H(t) = ((1-\alpha) / \alpha) \cdot K(t) = 0,19 \cdot K(t).$$

Аналогічно вище описаному знаходимо для наступних підприємств:

- для АТ «Перший Київський машинобудівний завод» при кількості працюючих $\bar{L} = 359$ осіб, $\bar{A} = 0,275$; $\alpha = 0,99$. Тоді $H(t) = 0,0101 \cdot K(t)$.
- для ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад» при кількості працюючих $\bar{L} = 463$ особи, $\bar{A} = 0,7939$; $\alpha = 0,975$. Тоді $H(t) = 0,02564 \cdot K(t)$.
- для ТОВ «Укрелектроапарат» при кількості працюючих $\bar{L} = 795$ осіб, $\bar{A} = 1,67$; $\alpha = 0,77$. Тоді $H(t) = 0,29870 \cdot K(t)$.

- для ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод» при кількості працюючих $\bar{L} = 500$ осіб, $\bar{A} = 1,01$; $\alpha = 0,7695$. Тоді $H(t) = 0,29955 \cdot K(t)$.
- для ПрАТ «Вентиляційні системи» при кількості працюючих $\bar{L} = 2757$ осіб, $\bar{A} = 1,008$; $\alpha = 0,765$. Тоді $H(t) = 0,30719 \cdot K(t)$.
- для ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» при кількості працюючих $\bar{L} = 5298$ осіб, $\bar{A} = 1$; $\alpha = 0,71$. Тоді $H(t) = 0,40845 \cdot K(t)$.

Таким чином, згідно розрахунків за використання моделі Р. Лукаса, для підприємств машинобудування визначено показники вартості людського капіталу (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Показники економічної діяльності та вартість людського капіталу підприємств машинобудування, розраховані на основі моделі Р. Лукаса

Роки	Основні засоби (K), тис.грн	Середня заробітна плата, (W), тис.грн/люд	Перевищення Людського капіталу до середньої зарплати, разів	Розрахований за моделлю чистий дохід Y, тис.грн	Людський капітал, (H), тис.грн/люд	Відносне відхилення розрахованого чистого доходу від статистичних даних
1	2	3	4	5	6	7
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»						
2017	5 000	41,06	41,16	16244,02	1689,86	-0,04
2018	4 500	55,88	27,22	14619,62	1520,87	0,04
2019	5 400	71,76	25,43	17543,54	1825,05	-0,08
2020	4 921	67,57	24,61	15987,36	1663,16	0,13
2021	3191	80	13,48	10366,93	1078,47	-0,58
АТ «Елміз»						
2017	28 000	74,24	67,92	51312,15	5042,25	1,33
2018	25 000	109,38	41,16	45599,79	4502,01	-0,05
2019	25 000	119,40	37,70	45919,67	4502,01	-0,33
2020	24 148	109,20	39,82	44304,06	4348,58	-0,15
2021	27723	116,48	42,86	50804,52	4992,36	-0,01
ПрАТ «Київполіграфмаш»						
2017	8700	91,40	43,77	29288,52	4000,73	0,05
2018	8000	110,00	33,44	26931,97	3678,83	0,17
2019	7108	120,28	27,18	23929,06	3268,64	-0,03
2020	6318	121,91	23,83	21269,52	2905,36	-0,22
2021	5736	121,91	21,64	19310,22	2637,72	-0,34
ПрАТ «Київський радіозавод»						
2017	16000	87,37	34,88	27857,62	3047,62	-0,25
2018	20000	115,08	33,10	34619,99	3809,52	-0,18
2019	27756	106,54	49,62	48045,62	5286,86	-0,06
2020	28253	141,89	37,93	48905,93	5381,52	0,36
2021	26494	164,64	30,65	45861,10	5046,48	-0,04
АТ «Перший Київський машинобудівний завод»						
2017	270000	48,72	55,97	75212,68	2727,27	0,254
2018	270000	60,44	45,12	75212,68	2727,27	0,030
2019	270000	70,55	38,66	75212,68	2727,27	-0,083
2020	264943	74,63	35,86	73803,97	2676,19	-0,124
2021	268611	79,55	34,11	74825,75	2713,24	0,174

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»						
2017	180000	162,22	28,45	152020,17	4615,38	-0,050
2018	170000	200,88	21,70	143574,61	4358,97	-0,155
2019	160000	194,75	21,07	135129,04	4102,56	-0,035
2020	141747	116,34	31,24	119713,35	3634,54	0,655
2021	129076	147,03	22,51	109011,98	3309,64	0,55
ТОВ «Укрелектроапарат»						
2017	87000	84,28	308,35	509004,96	25987,01	-0,12
2018	110000	153,85	213,57	643569,49	32857,14	-0,35
2019	110000	113,21	290,24	643569,49	32857,14	0,57
2020	92014	89,83	305,96	538340,03	27484,70	0,55
2021	85790	114,52	223,76	501925,70	25625,58	0,13
ПраТ «Полтавський турбомеханічний завод»						
2017	65000	121,84	159,81	208291,66	19470,44	-0,39
2018	65000	134,56	144,70	208291,66	19470,44	-0,19
2019	65216	186,79	104,58	208983,83	19535,14	-0,40
2020	77188	186,98	123,65	247347,95	23121,29	-0,29
2021	77188	186,98	123,65	247347,95	23121,29	-0,29
ПраТ «Вентиляційні системи»						
2017	270000	126,43	656,01	1324379,52	82941,18	-0,42
2018	490000	155,97	965,10	2403503,57	150522,88	-0,11
2019	625092	157,73	1217,42	3066144,61	192021,73	0,11
2020	685887	160,74	1310,83	3364350,73	210697,31	0,10
2021	861870	199,04	1330,17	4227566,58	264757,45	0,07
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»						
2017	527308	96,07	2241,89	4889757,54	215379,32	0,27
2018	574900	162,48	1445,24	5331080,91	234818,31	-0,03
2019	598958	194,24	1259,52	5554172,13	244644,82	-0,33
2020	583043	136,99	1738,47	5406591,42	238144,32	0,62
2021	572044	131,59	1775,65	5304597,05	233651,77	1,07

Розраховано автором за даними підприємств

У додатку Б, на деяких підприємствах машинобудування простежується зниження вартості людського капіталу, що свідчить про більшу зорієнтованість підприємств на розвиток основних засобів. З підвищенням заробітної плати недооціненість людського капіталу знижується.

Згідно з розрахунками на ПраТ «Івано-Франківський завод «Промприлад», наявна недооціненість людського капіталу, що може знижувати мотивацію працівників до їх власного розвитку та зменшувати продуктивність праці. Причому людський капітал перевищує середню зарплату в 25-41 разів, а в середньому в 29,61 разів. На АТ «Елміз» також є недооціненість людського капіталу відносно до середньої зарплати, за останні роки в середньому приблизно

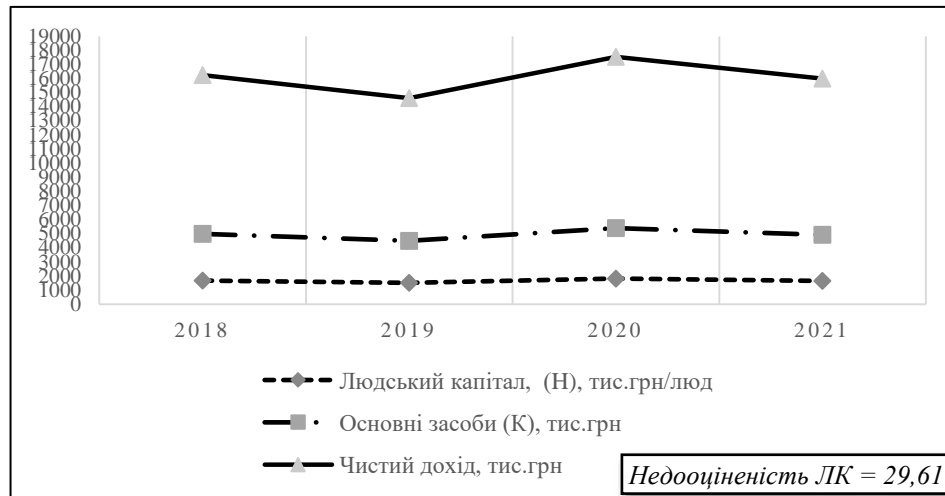
в 39,56 рази. На ПрАТ «Київполіграфмаш» також існує недооціненість людського капіталу відносно до середньої зарплати, що перевищує в середньому приблизно в 32,06 рази. За розрахованими та статистичними даними маємо обернений взаємозв'язок людського капіталу та середньої зарплати на підприємстві.

На ПрАТ «Київський радіозавод» також наявна недооціненість людського капіталу відносно до середньої зарплати, що перевищує в середньому приблизно в 38,88 разів. За розрахованими та статистичними даними в певні періоди прямий взаємозв'язок людського капіталу та середньої зарплати на підприємстві.

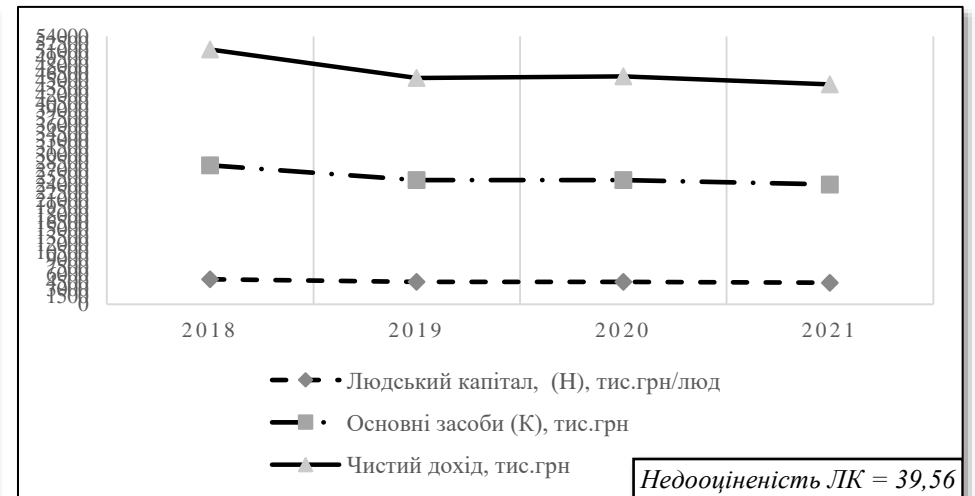
АТ «Перший Київський машинобудівний завод» та ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад» характеризуються високою еластичністю чистого доходу за основними засобами $\alpha \geq 0,975$, та АТ «Перший Київський машинобудівний завод» має низький технологічний коефіцієнт $\bar{A} = 0,275$. Кількість працюючих становить приблизно 400 осіб. Недооціненість людського капіталу на цих підприємствах в середньому в 44 та 25,6 разів, що знаходиться приблизно на рівні вище розглянутих малих підприємств.

У ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод» за чисельності працюючих приблизно 500 осіб, що не набагато перевищує два вище розглянутих підприємства, показник еластичності чистого доходу за основними засобами та технологічний коефіцієнт порівняно кращий і вартість людського капіталу приблизно в 3-5 разів вище. На підприємстві перевищення людського капіталу до середньої зарплати становить в середньому 133 рази.

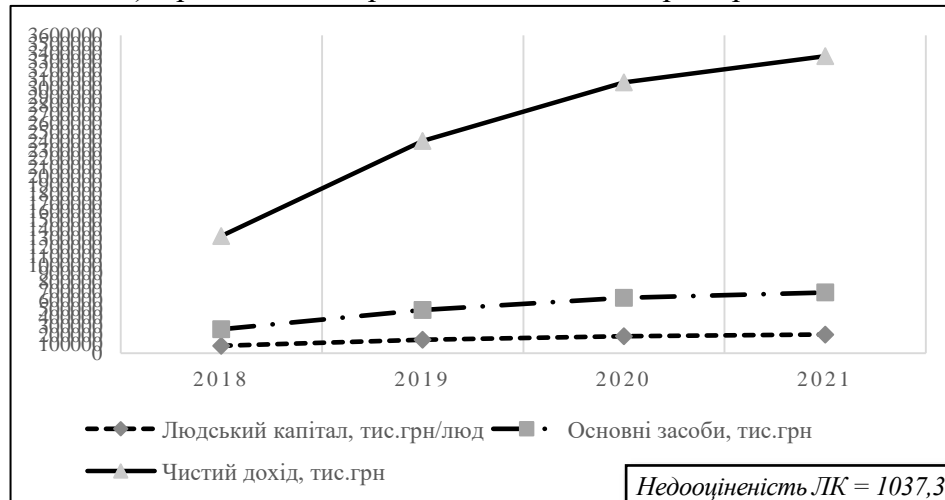
На підприємствах ТОВ «Укрелектроапарат», ПрАТ «Вентиляційні системи», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» не погані показники виробничої функції. На ТОВ «Укрелектроапарат»: 780 – 795 осіб працюючих, середня недооціненість людського капіталу в 280 разів відносно до заробітної плати, що складає співвідношення $280/780 = 133/500$. На ПрАТ «Вентиляційні системи»: 2757 – 2814 осіб працюючих, середня недооціненість людського капіталу в 1037 разів, що відповідає пропорції $1037/2814 = 133/500$. На ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»: 5009 – 5298 осіб працюючих, середня недооціненість людського капіталу в 1671 рази, і справджується пропорція $1671/5009 = 133/500$.



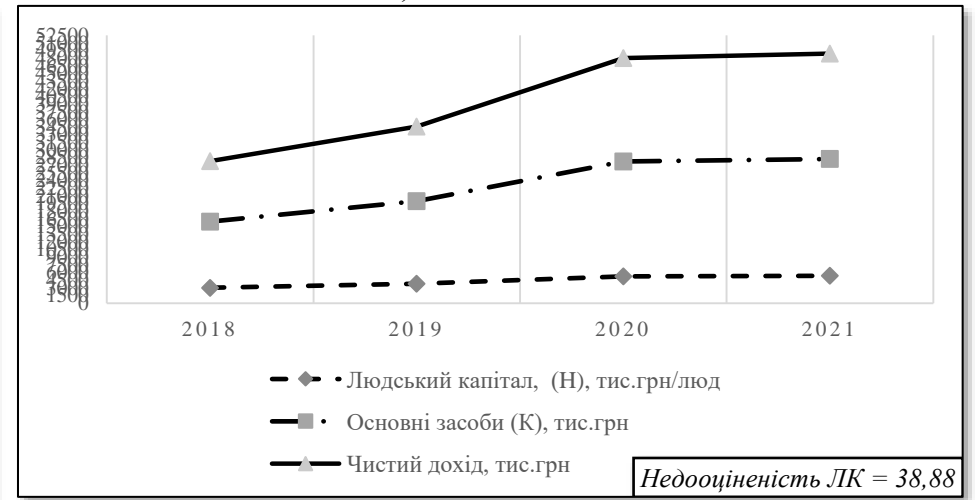
а) ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»



б) АТ «Елміз»



а) ПрАТ «Вентиляційні системи»



г) ПрАТ «Київський радіозавод»

Примітка: ЛК – людський капітал

Рисунок 2.22 – Графічна інтерпретація динаміки зміни людського капіталу, основних засобів та чистого доходу підприємств (розраховано та складено автором за даними підприємств)

Тобто, перевищення людського капіталу до середньої зарплати останніх чотирьох підприємств співставне з чисельністю працюючих на них.

За усіма розглянутими підприємствами $\alpha > 0,68$, що в межах моделі Р. Лукаса, маємо дані про відносну більшу еластичність чистого доходу за капіталом, ніж чистого доходу за працею. Це може свідчити про зношеність та можливу технологічну застарілість основних засобів.

Таким чином, на основі застосування моделі Р. Лукаса (Ромера) на рівні підприємства були знайдені параметри виробничої функції, в яку входить людський капітал. Розрахунок людського капіталу у вартісному вигляді та його порівняння із заробітною платою на обраних підприємствах характеризується значним рівнем недооціненості з точки зору середньої заробітної плати, що може впливати на продуктивність праці, причиною якої є зношеність та технологічна застарілість основних засобів, які не підлягали цифровізації. Наявна і відсутність залежності чистого доходу підприємств машинобудування від людського капіталу, що визначає політику орієнтованості на основні засоби в досягненні його вищих результатів.

З метою визначення економічної значущості людського капіталу в діяльності підприємств машинобудування здійснимо деталізований аналіз його впливу на відповідні економічні показники (табл. 2.3):

- продуктивність праці ($Y1$) є загальновідомим показником, який використовується для визначення економічної користі працівників у виробництві/створенні продукції;
- валовий прибуток на одну особу ($Y2$), що визначить скільки припадає з загальної суми прибутку на одного працівника;
- дохід від використання праці одного працівника ($Y3$), який розраховується діленням різниці валового доходу з обсягом фонду оплати праці та інвестицій в людський капітал на чисельність працівників (Фонарьова Т. А. & Черняк В. І, 2016).

За даними аналізу варто зазначити, що показник людського капіталу ПАТ Івано-Франківський завод «Промприлад» характеризується слабким зв'язком з

валовим прибутком (табл. 2.3). Поясненням цьому може бути зношеність оснащення, завод працює лише на 10% від своєї виробничої потужності. АТ «Елміз» має досить тісний обернений зв'язок за всіма показниками, що показує негативні тенденції у даного підприємства. Причиною цього може бути спрямованість інвестування в науково-дослідні проекти, а не в людський капітал.

Таблиця 2.3 – Результати кореляційного аналізу впливу людського капіталу на показники економічної діяльності підприємств машинобудування, пов'язані з людським капіталом

Назва підприємства	Роки	Продуктивність праці, тис.грн/люд	Валовий прибуток на одну особу, тис.грн	Дохід від використання праці одного працівника, тис.грн/люд
1	2	3	4	5
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	2018	60,26	41,06	112,58
	2019	33,82	5,74	102,94
	2020	57,25	13,74	145,04
	2021	23,22	18,09	90,79
Результати кореляційного аналізу		$r=0,600$ середній прямий зв'язок	$r=0,281$ слабкий прямий зв'язок	$r=0,761$ сильний прямий зв'язок
АТ «Елміз»	2018	166,67	0	76,52
	2019	375	21,88	244,53
	2020	372,39	65,67	514,93
	2021	259,68	122,24	390,73
Результати кореляційного аналізу		$r= -0,814$ сильний обернений зв'язок	$r= -0,792$ сильний обернений зв'язок	$r=-0,833$ сильний обернений зв'язок
ПрАТ «Київський радіозавод»	2018	89,76	31,38	196,81
	2019	121,57	80,75	260,87
	2020	145,67	71,54	275,65
	2021	88,96	91,08	261,12
Результати кореляційного аналізу		$r=0,337$ середній прямий зв'язок	$r=0,757$ сильний прямий зв'язок	$r=0,820$ сильний прямий зв'язок
ПрАТ «Київполіграфмаш»	2018	191,40	44,09	301,08
	2019	99	41,00	230
	2020	108,49	45,19	253,52
	2021	133,12	48,93	280,80
Результати кореляційного аналізу		$r=0,484$ середній прямий зв'язок	$r= -0,763$ сильний обернений зв'язок	$r=0,118$ слабкий прямий зв'язок
АТ «Перший Київський машинобудівний завод»	2018	48,72	92,81	139,21
	2019	90,66	112,64	200,55
	2020	95,09	156,44	251,53
	2021	135,56	132,62	268,18
Результати кореляційного аналізу		$r=-0,808$ сильний обернений зв'язок	$r=-0,220$ слабкий обернений зв'язок	$r=-0,612$ середній обернений зв'язок

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	2018	288,89	53,33	355,56
	2019	309,05	68,43	375,28
	2020	306,35	8,10	306,35
	2021	168,18	0,00	147,02
Результати кореляційного аналізу		$r=0,805$ сильний прямий зв'язок	$r=0,834$ сильний прямий зв'язок	$r=0,928$ сильний прямий зв'язок
ТОВ «Укрелектроапарат»	2018	540,88	201,26	729,56
	2019	974,36	294,87	1269,23
	2020	490,57	31,45	515,72
	2021	377,41	58,61	436,02
Результати кореляційного аналізу		$r=0,551$ середній прямий зв'язок	$r=0,072$ слабкий прямий зв'язок	$r=0,415$ середній прямий зв'язок
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	2018	350,88	160,82	497,08
	2019	357,19	167,16	524,34
	2020	416,05	278,71	196,81
	2021	449,31	247,78	260,87
Результати кореляційного аналізу		$r=0,796$ сильний прямий зв'язок	$r=0,403$ середній прямий зв'язок	$r=-0,454$ середній обернений зв'язок
ПрАТ «Вентиляційні системи»	2018	632,16	280,52	908,73
	2019	689,15	297,42	979,33
	2020	704,09	273,52	977,60
	2021	709,28	376,31	1085,59
Результати кореляційного аналізу		$r=0,976$ сильний прямий зв'язок	$r=0,569$ середній прямий зв'язок	$r=0,871$ сильний прямий зв'язок
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	2018	647,90	120,15	768,05
	2019	902,54	137,07	1039,62
	2020	1235,49	240,65	1476,10
	2021	588,46	47,41	635,88
Результати кореляційного аналізу		$r=0,612$ середній прямий зв'язок	$r=0,347$ середній прямий зв'язок	$r=0,560$ середній прямий зв'язок

Розраховано автором за даними підприємств

ПрАТ «Київполіграфмаш» демонструє слабкий зв'язок з доходами підприємства, а також має сильний обернений зв'язок людського капіталу з валовим прибутком, яке визначає, що при збільшенні людського капіталу прибуток підприємства зменшуватиметься. Це може свідчити про високий рівень собівартості, матеріаломісткості продукції тощо. Зважаючи на інформацію з річних звітів, можна припустити той факт, що підприємство зосередилось на збільшенні спеціалізації власної лабораторії і відповідно якості продукції, підвищенні заробітні плати працівникам. Обернений взаємозв'язок може вказувати на неефективність даного виду інвестування, можливо, є доцільним

збільшити обсяги виробництва продукції, яка користувалась найбільшим попитом, підвищивши при цьому доходи, щоб згодом здійснити інвестування в цифровізацію. Зваженість у впливі людського капіталу на показники ефективності економічної діяльності проявляються на ПрАТ «Київський радіозавод», ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» та ПрАТ «Вентиляційні системи», що мають досить позитивні взаємозв'язки за трьома показниками. ПрАТ «Київський радіозавод» треба звернути увагу на підсилення розвитку людського капіталу, адже за сильних зв'язків з доходами та валовим прибутком, продуктивність праці має нижчий зв'язок, що може свідчити про недостатню організацію процесів, які пов'язані з людським капіталом. ПрАТ «Вентиляційні системи» має середній прямий зв'язок з валовим прибутком, що може свідчити про низьку собівартість продукції, тому слід переглянути політику підприємства, адже за її збільшення, можна підвищити заробітну плату працівникам і тим самим збільшити продуктивність праці.

АТ «Перший Київський машинобудівний завод» та АТ «Елміз» навпаки характеризуються оберненим зв'язком за трьома показниками, що може свідчити про неефективну політику підприємства, яка показує, що навіть якщо доходи зростають, то людський капітал може не отримати від цього користі.

ТОВ «Укрелектроапарат» демонструє слабкий прямий зв'язок з валовим прибутком, тобто можна припустити, що проблема полягає у завищеній ціні на продукцію або низькому рівні попиту на неї, тобто потрібно аналізувати ринок і переглядати політику підприємства з приводу формування цін. ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод» має обернений зв'язок з доходами, що може свідчити про збитки підприємства, хоча за продуктивністю праці спостерігається, що людський капітал розвивається в позитивному руслі. Це може відбуватись через неконкурентоздатність або застарілість продукції.

Отже, за проведеним аналізом виявлено недооціненість людського капіталу серед усіх підприємств вибірки та доведено, що він впливає на обрані економічні показники. Різноманітні кореляційні зв'язки можуть вказувати на проблеми з матеріальним та технічним забезпеченням, які слід вирішувати комплексно.

2.3 Причинно-наслідковий аналіз умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування під впливом цифровізації

Необхідність розвитку підприємств машинобудування під впливом цифровізації доводиться як теоретичними посилами, так і підвищеними економічними результатами тих суб'єктів ринку, які стали на цифровий шлях. Однак впровадження таких процесів потребує створення належних умов використання людського капіталу в економічній діяльності, що забезпечило б ефективні результати (розкрито автором у праці (Мельничук, 2023б)). Причинно-наслідковий зв'язок між умовами та результатами не є новим підходом, однак саме на його основі наявна можливість визначити проблемні аспекти, які потребують вирішення, окреслити певний комплекс напрямів у разі порівняння показників першої та другої складової зв'язку.

З метою виявлення причинно-наслідкового зв'язку та конкретизації напрямів дій для підприємств машинобудування сформовано методичні положення зазначеного (рис.2.23).

1. *Встановлення ключових параметрів аналізу причинно-наслідкового зв'язку.* Першим етапом аналізу згідно методичних положень є встановлення ключових параметрів аналізу причинно-наслідкового зв'язку. Відповідно до нашого дослідження такими параметрами є умови забезпечення результативності людського капіталу і результати його використання.

Варто зазначити, що для реалізації поставлених завдань дослідження та відсутності економічних показників прямих залежностей цифровізації і розвитку людського капіталу, які б розраховувались в офіційній звітності підприємств, для дослідження обрано параметри, які непрямо, але фактично відображають взаємозв'язок створених умов і результатів використання людського капіталу під впливом цифровізації. Наприклад, чим вищі темпи та обсяги впровадження цифровізації, тим вищими є результати використання людського капіталу.

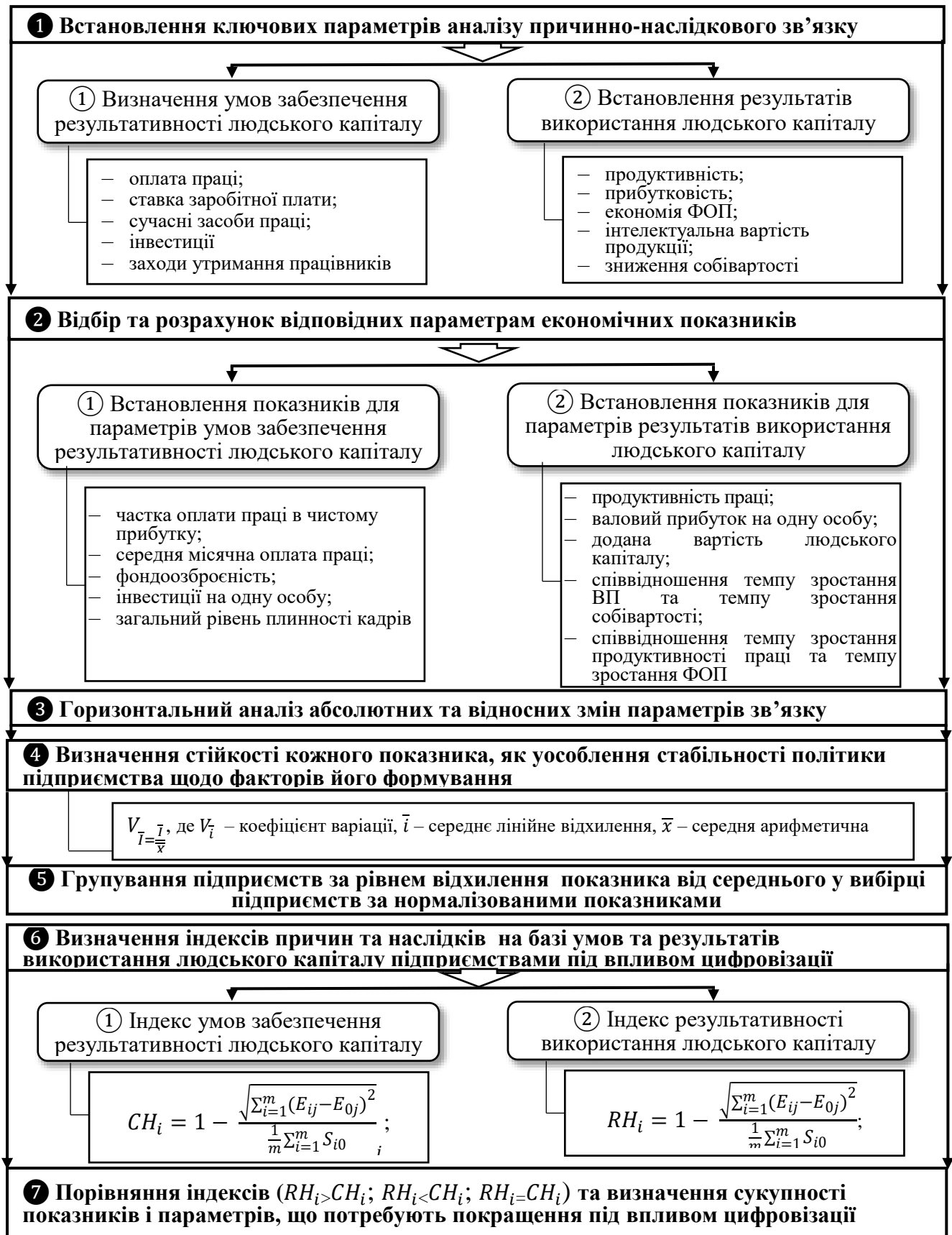


Рисунок 2.23 – Методичні положення причинно-наслідкового аналізу умов та результатів використання людського капіталу підприємствами під впливом цифровізації (сформовано автором)

До першого параметру «умови забезпечення результативності людського капіталу» варто віднести ряд складових (розкрито автором у праці (Мельничук, 2023б)):

- оплата праці. Її частка в чистому доході відображає рівень інтелектуальної праці у створеній вартості, а такий рівень передбачає урахування використання цифрових компетенцій працівників у створенні продукції;
- ставка заробітної плати. Ставка заробітної плати, яка пропонується працівнику є індикатором привабливості високопрофесійних кадрів. Персонал, обізнаний в цифрових технологіях виробничих та економічних процесів на ринку праці цінується вище, тому його залучення потребує вищих посадових окладів;
- сучасні засоби праці. Наявність автоматизованих, цифровізованих засобів праці надає можливість здійснювати діяльність, застосовуючи відповідні технології та комп'ютеризоване забезпечення;
- інвестиції. У разі здійснення інвестицій підприємствами у власний розвиток, цифрові технології, навчання працівників, сучасне роботизоване обладнання тощо, створюється база для розвитку людського капіталу;
- заходи утримання працівників. Чим більше працівники задоволені умовами праці, тим більше їх залишається працювати на підприємстві. Ця позитивна тенденція необхідна підприємствам ще й тому, що, за правильного підходу, набуті знання та інвестиції у розвиток людського капіталу осідають на підприємстві, примножуючись з досвідом працівників.

Результатами використання людського капіталу з урахуванням впливу цифровізації варто вважати:

- продуктивність. Продуктивність працівників залежить від автоматизації та цифровізації. Наприклад, у виробничих процесах автоматизація та інформатизація дозволяють збільшувати виробіток продукції, в економічних та управлінських – прискорювати їх виконання на базі спеціалізованих програми;

- прибутковість. Прибутковість підприємства залежить від ефективної роботи працівників, рівня витрат, які були використані на виробничу та економічну діяльність та оплату праці. Вона залежить і від здатності працівників оптимізувати усі процеси таким чином, щоб зменшення витрат і зростання прибутку ставали паралельними подіями. В свою чергу оптимізація покращується завдяки цифровізації економічних та виробничих процесів;
- економія фонду оплати праці. Така економія відбувається у тому випадку, якщо на підприємстві швидшими темпами збільшується продуктивність праці порівняно зі зростанням фонду її оплати. Нерівноцінне зростання свідчить про результативність сформованих умов для роботи працівників, впроваджених цифрових технологій, що полегшують їх працю і дозволяють виконувати значно більше завдань, які створюють додану вартість і, як наслідок, підвищують прибуток;
- інтелектуальна вартість продукції. Така вартість є відображенням доданої вартості продукції, яка сформована завдяки інноваційним та цифровим новаціям, що дає змогу за тих же або знижених витрат збільшувати дохід підприємства завдяки їх нематеріальному внеску;
- зниження собівартості. Показовим результатом використання людського капіталу є і зниження собівартості, але не в тому сенсі, що воно відбувається через зменшення фонду оплати праці, звільнення частини працівників, а з позиції використання спеціалізованих цифрових та автоматизованих засобів замість ручної праці, використання знань та інтелектуального капіталу.

2. Відбір та розрахунок відповідних параметрам економічних показників.

Для визначення та економічної інтерпретації ключових параметрів аналізу причинно наслідкового зв'язку між умовами та результатами використання людського капіталу під впливом цифровізації варто здійснити відповідний підбір відповідних економічних показників.

Оцінювання процесів цифровізації має здійснюватись за сукупністю опосередкованих показників, які мають тенденцію до змін під впливом цифрових трансформацій на підприємствах машинобудування.

Перелік показників та обґрунтування їх вибору для оцінювання впливу цифровізації на створення цінності підприємства наведено у табл. 2.4. При цьому збережено дві паралелі оцінювання згідно причинно-наслідкового зв'язку.

Для оцінювання параметру оплати праці обрано показник «частка оплати праці в чистому доході», оскільки чим вища частка оплати праці, тим вищий рівень інтелектуальної праці у створеній вартості. Як результуюча паралель даного показника з позиції результатів використання людського капіталу визначається показник продуктивності праці. Чим він вище, тим більш технологічну продукцію виробляє підприємство або зменшується чисельність персоналу як результат автоматизації та цифровізації.

Параметр «ставка заробітної плати» найімовірніше доцільно оцінити на основі показника середньої місячної оплати праці. Чим вона вища за середньогалузеву, тим привабливішою є вакансія для високопрофесійних кадрів. За паралеллю як результат використання людського капіталу обрано показник валового прибутку на одну особу. Чим більший прибуток на одного працівника, тим більший конкурентоспроможна продукція завдяки зменшенню непродуктивних витрат в результаті цифровізації.

Наявність сучасних засобів праці пропонуємо оцінювати на основі фондоозброєності. Чим вищий рівень фондоозброєності, тим більша частка сучасних цифровізованих засобів праці та програмного забезпечення на підприємстві. Як результат використання людського капіталу варто визначати додану вартість людського капіталу. Чим вона більша, тим більша інтелектуальна вартість продукції.

Параметр інвестицій у контексті людського капіталу можна визначити на основі показника інвестицій на одну особу. Вищий їх рівень свідчитиме про більші вкладення у розвиток підприємства, що відображається на розвитку цифровізації праці персоналу. Показником результативності на цій паралелі є співвідношення темпу зростання ВП та темпу зростання собівартості. Чим вищий темп зростання ВП над собівартістю, тим якісніші прийняті економічні рішення працівниками, забезпечені цифровою аналітикою.

Таблиця 2.4 – Показники оцінювання умов забезпечення та результативності використання людського капіталу під впливом цифровізації

Умови забезпечення результативності людського капіталу			Результативність використання людського капіталу		
Показник, од виміру	Рекомендоване значення	Обґрунтування вибору показника	Показник, од виміру	Рекомендоване значення	Обґрунтування вибору
Частка оплати праці в чистому доході, частка одиниці	$\text{Ч}_{\text{оп/пр}} > \text{Ч}_{\text{оп/пр}}^{\text{сергал}*}$ * сергал – середньогалузевий рівень	Чим вища частка оплати праці, тим вищий рівень інтелектуальної праці у створеній вартості	Продуктивність праці, грн/люд	$\text{П}_{\text{пр}} > 1$	Чим вище продуктивність праці, тим більш технологічну продукцію виробляє підприємство або зменшується чисельність персоналу як результат автоматизації та цифровізації
Середня місячна оплата праці, грн	$\text{ЗП}_{\text{міс}} > \text{ЗП}_{\text{міс}}^{\text{сергал}*}$ * сергал – середньогалузевий рівень	Чим вища середньомісячна оплата праці за середньогалузеву, тим привабливішим є вакансія для високопрофесійних кадрів	Валовий прибуток (ВП) на одну особу, грн	$\text{ВП}_{\text{оо}} > \text{ВП}_{\text{оо}}^{t-1*}$ *t-1 – позначення попереднього року	Чим більший прибуток на одного працівника, тим більший конкурентоспроможна продукція завдяки зменшенню непродуктивних витрат в результаті цифровізації
Фондоозброєність, грн/люд	$\Phi > 0$	Чим вищий рівень фондоозброєності, тим більша частка сучасних цифровізованих засобів праці та програмного забезпечення на підприємстві	Додана вартість людського капіталу, грн	$\text{ДВ}_{\text{лк}} > \text{ДВ}_{\text{лк}}^{t-1*}$ *t-1 – позначення попереднього року	Чим більша додана вартість, тим більша інтелектуальна вартість продукції
Інвестиції на одну особу, грн	$I > I^{\text{сергал}*}$ * сергал – середньогалузевий рівень	Чим вищий рівень, тим більше вкладень здійснюється у розвиток підприємства та відображається на розвитку цифровізації праці персоналу	Співвідношення темпу зростання ВП та темпу зростання собівартості, частка одиниці	$T_{\text{ВП/с}} > 1$	Чим вищий темп зростання ВП над собівартістю, тим якісніші прийняті економічні рішення працівниками, забезпечені цифровою аналітикою
Загальний рівень плинності кадрів, частка одиниці	$K_{\text{п}} < K_{\text{п}}^{t-1*}$ *t-1 – позначення попереднього року	Чим менший рівень порівняно з попереднім звітним періодом, тим вищий рівень задоволеності умовами праці	Співвідношення темпу зростання продуктивності праці та темпу зростання ФОП, частка одиниці	$T_{\text{прп/фоп}} > 1$	Чим вищий темп зростання продуктивності праці над ФОП, тим вища економія останнього зумовлена процесами цифровізації

Сформовано автором

Доцільність заходів утримання працівників можна встановити розрахунком показника плинності кадрів. Чим менший його рівень порівняно з попереднім звітним періодом, тим вищий рівень задоволеності умовами праці. За причинно-наслідковим зв'язком визначити результат параметру вираженого у собівартості можна за допомогою співвідношення темпу зростання продуктивності праці та темпу зростання ФОП. Чим вищий темп зростання продуктивності праці над ФОП, тим вища економія останнього зумовлена процесами цифровізації.

3. Горизонтальний аналіз абсолютних та відносних змін параметрів причинно-наслідкового зв'язку. Надалі здійснюється горизонтальний та вертикальний аналіз з метою виявлення покращення умов забезпечення результативності використання людського капіталу та розвитку підприємства внаслідок реалізації таких дій.

4. Визначення стійкості кожного показника, як уособлення стабільності політики підприємства щодо факторів його формування. Надалі доцільно визначити чи є стабільною політика і дії підприємства щодо позитивних зрушень у забезпеченні належних умов результативності людського капіталу і, як наслідку, змін результативності його використання. З цією метою доцільно застосовувати коефіцієнт варіації.

5. Групування підприємств за рівнем відхилення показника від середнього у вибірці підприємств за нормалізованими показниками. На основі нормалізації показників обраного підприємства з використанням показника стандартного відхилення можна здійснити групування підприємств за рівнем відхилення показника від середнього у вибірці.

6. Визначення індексів причин та наслідків на базі умов та результатів використання людського капіталу підприємствами під впливом цифровізації. Для узагальненого оцінювання ефективності використання людського капіталу в умовах цифровізації економіки не достатньо здійснити адитивне чи інтегральне згортання нормованих показників сукупності. Окрім того, нормування показників на основі відхилення показника вибірки від середньоарифметичного та відношенням їх різниці до середньоквадратичного відхилення, розрахованого у

вибірці підприємств, не дозволяє виявити підприємство з найкращими практиками. Для реалізації завдання доцільно поєднати методи бенчмаркінгу і таксономічного аналізу, які дозволяють сформувати еталонну вибірку показників, здійснити нормування їх сукупності до сформованого збірного еталону.

Метод таксономічного аналізу дає змогу виміряти відстань між показниками кожного підприємства та їх еталонними значеннями. Метод таксономії достатньо широко розкритий в науковій літературі і в даному дослідженні застосовуються стандартні процедури його реалізації (Pluta, 1977).

Застосування методу демонструє можливості оцінювання відповідності між умова та результатами проведеного дослідження та є напрямом для прийняття рішень щодо змін в політиці використання робочого капіталу або в забезпеченні умов для його реалізації. Використання методу таксономічного аналізу дозволяє визначити два таксономічні індекси (вираховується за методикою) (Кожушко, 2010; Крисак, 2014):

1. Визначення відстані між окремими спостереженнями і вектором-еталоном (P_0) за формулою (Кожушко, 2010; Крисак, 2014):

$$S_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (E_{ij} - E_{0j})^2}$$

де E_{ij} – стандартизоване значення j -ого показника в період часу i ;

E_{0j} – стандартизоване значення j -ого показника в еталоні.

2. Розрахунок таксономічного показника проводиться за наступною схемою:

- 1) визначення середньої відстані (Кожушко, 2010; Крисак, 2014):

$$S_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_{i0}$$

де m – кількість періодів; S_{i0} – відстань між точкою-одиницею й точкою P_0 .

- 2) середньоквадратичне відхилення (Кожушко, 2010; Крисак, 2014):

$$F_0 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum (S_{i0} - \bar{S}_0)^2}$$

де F_0 – середнє значення кореня квадратного середнього квадрата різниці значень ознак. \bar{S}_0 – середня відстань.

- 3) загальна відстань між показниками та еталоном (Кожушко, 2010; Крисак, 2014):

$$S_0 = \bar{S}_0 + 2F_0$$

- 4) Відхилення показників i -го року від еталону (Кожушко, 2010; Крисак, 2014):

$$u_i = \frac{S_{i0}}{S_0}$$

де u_i – відхилення відстані між точкою-одиницею й точкою P_0 від значення відстані ознак; S_0 – відстань.

- 5) Визначення показника

Враховуючи зазначену методику розрахунку сформовано:

- індекс умов забезпечення результативності людського капіталу, які створені на підприємстві:

$$CH_i = 1 - u_i \quad (2.5)$$

- індекс результативності використання людського капіталу:

$$RH_i = 1 - u_i \quad (2.6)$$

7. *Порівняння індексів умов забезпечення результативності людського капіталу й результативності використання людського капіталу та визначення сукупності показників і параметрів, що потребують покращення під впливом цифровізації.* Порівняння індексів по кожному із підприємств вибірки дозволяє виявити ту сукупність показників, яка потребує рішень в напрямку їх змін, а також віднести підприємство до певного типу економічної поведінки для визначення економічних дій підвищення цифрових компетентностей (табл.2.5).

З урахуванням запропонованого трактування варіантів співвідношення індексів, та спираючись на результати деталізованого економічного та математичного аналізу кожного показника за кожним підприємством вибірки, можна сформулювати напрями підвищення ефективності використання людського капіталу на основі удосконалення їх цифрових компетентностей.

Таблиця 2.5 – Підхід до класифікації підприємств за типом економічної поведінки залежно від порівняння індексу умов забезпечення результативності людського капіталу (CH_i) й результативності використання людського капіталу (RH_i)

Тип економічної поведінки	Умова	Економічні дії з покращення цифрового розвитку людського капіталу та цифрових компетентностей
Зорієнтовані на економічний результат	$CH_i < RH_i$	Поліпшення умов цифрового розвитку, інтелектуалізація та автоматизації виробництва. Застосування стратегії цифрового аутсорсингу та цифровізації окремих бізнес-процесів. <i>Ймовірність цифровізації продукту є не високою.</i>
Зорієнтовані на економічні процеси цифровізації	$CH_i > RH_i$	Подальша зорієнтованість на перехід до цифровізації підприємства, продовження стратегії цифрового продукту. Подальший розвиток інтелектуалізації та автоматизації виробництва. Розвиток цифрових компетентностей необхідних для втримання стратегії цифрового продукту.
Зорієнтовані на цифровізацію і розвиток людського капіталу	$CH_i = RH_i$	Орієнтація на реалізацію стратегії цифровізації бізнес-процесів та відповідних цифрових компетентностей, що її забезпечують.

Сформовано автором

На основі запропонованих методичних положень, проаналізуємо показники за параметром умов забезпечення результативності людського капіталу. Насамперед виконаємо етапи 1-5 (розкрито автором у праці (Мельничук, 2023б)).

Частка оплати праці в чистому доході з одного боку є свідченням рівня трудомісткості операцій, а з іншого – визначає рівень оцінювання трудових та інтелектуальних здатностей працівників. Позаяк в галузях, де використовуються інтелектуальні здібності, частка оплати праці є високою в структурі чистого доходу. Однак, з урахуванням особливостей машинобудування, як сфери промисловості зі значною часткою матеріальних витрат, зниження заробітної плати зменшує витрати та за незмінності ціни реалізації збільшує обсяги прибутку власників. За проведеного аналізу (табл.2.6) у вибірці підприємств машинобудування найвищу частку оплати праці в чистому доході має ПАТ «НТК «Електронприлад». Деталізоване дослідження середньомісячної оплати праці на підприємстві, де її рівень був найвищим у вибірці, підтверджує використання

інтелектуальної складової людського капіталу на даному підприємстві. Середнє значення частки оплати праці на машинобудівних підприємствах коливається в межах 30-40% в структурі чистого доходу підприємства. Щодо динамічної зміни частки оплати праці в структурі чистого доходу, то вона не демонструє значних коливань і на більшості підприємств характеризується як стійка, що є свідченням незначних змін рівня оплати праці. Нормуванням показника частки оплати праці в структурі чистого доходу виявило, що у вибірці підприємств найбільше його перевищення над середнім за вибіркою відхиленням спостерігається в обмеженій кількості підприємств, а саме: у ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад», ПАТ «Київський радіозавод, ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад» та ПрАТ «Київполіграфмаш». В усіх інших підприємств вибірки частка оплати праці нижче рівня галузевих значень.

Опосередкованим показником оцінювання рівня автоматизації та цифровізації на підприємствах є показник фондоозброєності. Оскільки всі процеси автоматизації виробництва та впровадження цифрових технологій і продуктів відображається на вартості його основних засобів виробництва та на чисельності обслуговуючого персоналу, тому зростання фондоозброєності є індикатором таких змін. Аналіз статистики фондоозброєності вибірки лідируючих підприємств машинобудування дозволив виявити, що середній рівень фондоозброєності становить 200-225 грн/люд. Значне перевищення технічної оснащеності людської праці має місце в АТ «Перший Київський машинобудівний завод». Найнижче значення у ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад» (Додаток В, табл. В.1). Про волатильність фондоозброєності можна зробити висновок на основі аналізу коефіцієнту варіації, який засвідчив мізерні її зміни за 2019-2021 рр. у вибірці підприємств. Нормування фондоозброєності стало наочним представленням відмінностей у позиціонуванні підприємства у вибірці. Співвідношення коефіцієнту варіації та нормованого значення фондоозброєності засвідчують, що лише 3 підприємства вибірки мають значення фондовіддачі вище середнього у вибірці. Поясненням причин низької фондоозброєності є дослідження обсягу інвестування в розвиток підприємства.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунків та аналізу показника «Частка оплати праці в чистому доході» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис.грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	0,44	0,33	0,44	-0,01	98,67	0,05	0,40	0,13	0,94	0,10	0,38
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	0,33	0,32	0,33	0,00	100,44	0,00	0,33	0,01	0,10	0,05	-0,20
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	0,52	0,63	0,80	0,28	153,20	0,11	0,65	0,18	1,50	2,20	2,34
АТ «Елміз»	0,29	0,22	0,28	-0,01	97,31	0,03	0,26	0,11	-0,19	-0,64	-0,47
ТОВ «Укрелектроапарат»	0,12	0,22	0,21	0,08	169,97	0,04	0,18	0,24	-1,39	-0,65	-0,87
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	0,25	0,26	0,27	0,02	109,69	0,01	0,26	0,04	-0,50	-0,39	-0,53
ПрАТ «Київський радіозавод»	0,44	0,39	0,54	0,10	123,18	0,07	0,46	0,14	0,92	0,51	0,96
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,1430	0,16	0,15	0,01	103,50	0,01	0,15	0,05	-1,23	-1,05	-1,18
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,45	0,47	0,43	-0,02	96,32	0,02	0,45	0,04	0,99	1,12	0,37
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,16	0,13	0,22	0,06	137,84	0,04	0,17	0,21	-1,14	-1,25	-0,81
Середнє значення	0,313	0,3125	0,3659								
Стандартне відхил	0,138	0,1441	0,1847								

Розраховано автором за даними підприємств

За даними підприємств, середні обсяги інвестицій на одну особу складають близько 300 грн в рік (Додаток В, табл. В2). Незмінність інвестицій є індикатором відсутності масштабних процесів автоматизації та цифровізації на підприємствах машинобудування (виключення становлять безкоштовні інтернет-ресурси та додатки та сучасні сервіси з набором модулів для управління окремими функціями та передачі звітності тощо)(наприклад IC, BAS тощо). Відсутність інвестиційних змін підтверджується і низьким рівнем коефіцієнту варіації. Нормування значення показника інвестицій на 1 особу виявило, що попри низький середній у вибірці рівень інвестування у забезпечення умов діяльності підприємств, в 2021 році лише 3 підприємства входять до групи з наявністю ознак перевищення їх приросту інвестицій над середньоквадратичним відхиленням у вибірці.

За проаналізованими даними можна засвідчити, що АТ «Елміз», ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад» характеризується низькою волатильністю за рівнем плинності кадрів, тоді як ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» має високий рівень плинності кадрів за 2021 р. порівняно з 2020 р. на 13% (Додаток В, табл. В.3).

Надалі здійснимо аналіз показників, що характеризують результативність використання людського капіталу підприємствами машинобудування. Найвищу продуктивність праці демонструють підприємства з автоматизованими системами управління виробництвом (ТОВ «Укрелектроапарат», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод») (табл. 2.7). За період 2019-2021 рр. наявні різні тенденції абсолютного та відносного відхилення продуктивності праці. За даними значень коефіцієнту варіації можна констатувати стійкість продуктивності праці лише на трьох підприємствах: ПрАТ «Київський радіозавод», ПрАТ «Вентиляційні системи», ПрАТ «Київполіграфмаш». Це свідчить про відсутність завершених за період 2019-2021 років результатів впровадження ЦП та про сталі тенденції розвитку підприємств та сталі умови забезпечення використання людського капіталу. Порівняльний аналіз коефіцієнту варіації та нормованого значення продуктивності праці дозволяє зробити висновок про те, що за показником продуктивності праці вибірки підприємств найкращі результати використання

людського капіталу демонструє ПрАТ «Вентиляційні системи», за ним – ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод».

Показник валового прибутку на одну особу демонструє найбільші абсолютні та відносні відхилення його значень у вибірці підприємств (Додаток В, табл. В.4). Відповідно, коефіцієнт варіації практично всіх підприємств знаходиться в межах зони високого ризику. Єдине підприємство, якому вдалося втримати валовий прибуток за період 2019-2021 рр. на стійкому рівні – це ПрАТ «Київполіграфмаш», хоча його величина в розрахунку на зайняту особу не є задовільною, а з урахуванням результатів фінансової та іншої операційної діяльності чистого прибутку підприємства може бути недостатньо для забезпечення потреб його розвитку.

Показником, який відображає участь персоналу підприємства у створенні цінності підприємства є додана вартість. Додана вартість включає всі витрати підприємства за виключенням придбаних матеріальних витрат. Виходячи із структури витрат машинобудівного підприємства, можна констатувати, що до складу доданої вартості включаються: амортизація, оплата праці, нарахування на оплату праці, прибуток підприємства.

Отже, додана вартість корелює з рівнем технічної оснащеності діяльності підприємства, рівнем кваліфікації персоналу та попитом на готову продукцію (впливає на величину норми рентабельності та сумарного прибутку підприємства). Дослідження вибірки підприємств виявило, що середня величина створеної однією особою доданої вартості у вибірці підприємств становить близько 300 тис. грн за рік. Такий розмір доданої вартості на сьогодні не дозволяє забезпечити підвищення оплати праці в машинобудуванні до конкурентного з сферою ІТ. За даними додатку В, табл. В.5), 90% підприємств входять до групи, в яких додана вартість нижче рівня середньої у вибірці. Незадовільним індикатором є і коефіцієнт варіації, який засвідчив відсутність змін розміру доданої вартості, створеної персоналом більшості підприємств вибірки.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунків та аналізу показника «Продуктивність праці» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	92,72	125,83	93,97	1,25	101,35	15,32	104,17	0,15	-1,13	-1,02	-1,20
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	200,55	251,53	268,18	67,63	133,72	28,77	240,09	0,12	-0,85	-0,70	-0,59
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	375,28	306,35	147,02	-228,26	39,18	95,59	276,21	0,35	-0,40	-0,56	-1,01
АТ «Елміз»	375,00	514,93	390,73	15,73	104,19	62,58	426,88	0,15	-0,40	-0,02	-0,16
ТОВ «Укрелектроапарат»	1269,23	532,47	509,76	-759,47	40,16	352,79	770,49	0,46	1,89	0,02	0,25
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	497,08	524,34	694,76	197,69	139,77	87,47	572,06	0,15	-0,09	0,00	0,90
ПрАТ «Київський радіозавод»	260,87	275,65	261,12	0,25	100,09	6,91	265,88	0,03	-0,70	-0,64	-0,61
ПрАТ «Вентиляційні системи»	979,3254	977,6028	1085,59	106,26	110,85	50,50	1014,17	0,05	1,15	1,16	2,27
ПрАТ «Київполіграфмаш»	230,00	253,52	280,80	50,80	122,09	20,76	254,77	0,08	-0,77	-0,69	-0,54
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	1039,62	1476,10	635,88	-403,74	61,16	343,11	1050,53	0,33	1,30	2,44	0,70
Середнє значення	531,97	523,83	436,78								
Стандартне відхилення	389,77	390,81	286,30								

Розраховано автором за даними підприємств

Єдиним підприємством, статистика якого підтверджує значні зміни розміру доданої вартості ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод», де її розмір в 2021 році перевищив рівень середньогалузевого значення майже в 2 рази. Нормування показника доданої вартості дозволило виявити лідера вибірки, яким є ПрАТ «Вентиляційні системи». Отже, можна припустити, що його лідерські позиції досягаються завдяки виробництву сучасної технологічної продукції.

Розглянемо наступний показник, який стосується співвідношення темпу зростання продуктивності праці до темпу зростання фонду оплати праці, який визначає рівень економії від впровадження цифровізації на підприємствах, а також взаємозалежність між продуктивністю та оплатою праці. За даним показником лідируючі позиції займає ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод», перевищивши в два рази рівень середньогалузевого значення в 2021 р., тоді як ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод характеризується високим рівнем волатильності, що становить більше 70% та стрімким зниженням забезпеченості працівників (Додаток В, табл. В.6). Показник співвідношення темпу зростання валового продукту та темпу зростання собівартості дає можливість з'ясувати чи приймаються працівниками економічні рішення, зумовлені цифровізацією, якісно на підприємстві. Серед вибірки підприємств найпозитивніші тенденції відзначаються у АТ «Елміз» та ТОВ «Укрелектроапарат», тоді як ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад» характеризується критичним зменшенням більше ніж у 8 разів у 2021 році в порівнянні з роками (Додаток В, табл. В.7).

Проведений аналіз показників оцінювання ефективності використання людського капіталу та впливу цифровізації на їх динаміку дає підстави стверджувати про їх різнонаправленість та неоднорідність у вибірці підприємств, які є флагманами машинобудування. Результати проведеного аналізу дозволили здійснити порівняльне оцінювання вибірки підприємств за кожним із показників сформованої сукупності та ідентифікувати підприємства, в яких економіка людського капіталу вища середньогалузевих значень.

Надалі перейдемо до визначення індексів умов забезпечення результативності людського капіталу (CH_i) й результативності використання

людського капіталу (RH_i) за формулами 2.5 та 2.6. Для цього скористаємось таксономічним аналізом. Як еталонний рік розглянемо показники 2021 р. досліджуваних підприємств машинобудування (Додаток Д, табл. Д.1-Д.3.). Для визначення типу ознак використано поняття стимуляторів та дестимуляторів:

- стимулятори – показники, зростання яких є ознакою позитивних змін в діяльності підприємства, тому за еталон приймалося найвище значення даного показника серед вибірки підприємств машинобудування;
- дестимулятори – показники, зростання яких є ознакою негативних змін в діяльності підприємства, тому за еталон приймалося найнижче значення даного показника серед вибірки підприємств.

Для стимуляторів вимірювалася відстань показника кожного підприємства вибірки до найбільшого його значення, а для дестимуляторів – до найменшого. Нормалізація показників відбувалася аналогічно до попереднього аналізу. Нормалізована матриця показників представлена в табл.2.8. На основі застосування методики таксономічного аналізу розраховано два таксономічні індекси: індекс умов забезпечення результативності людського капіталу та індекс результативності використання людського капіталу (рис.2.24). Їх порівняння дає можливість виявити їх наближеність до еталону.

За сукупністю показників, які характеризують умови забезпечення діяльності персоналу вибірки машинобудівних підприємств можна зробити узагальнюючий висновок про низький стан матеріального заохочення, невисокі обсяги інвестування в поліпшення технологій виробництва, наявність фактів плинності кадрів. Серед вибірки підприємств найкращі умови для ефективної діяльності сформовані у ПрАТ «Київський радіозавод».

Згідно отриманих даних, найвищу наближеність до еталона за сукупністю показників, які відображають результати використання людського капіталу мають ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод» та ПрАТ «Вентиляційні системи». Рівень їх наближення становить 82%. В інших підприємств індекс наближеності становить в середньому 40-50%.

Таблиця 2.8 – Нормалізовані показники використання людського капіталу на підприємствах машинобудування в 2021 р.

Підприємства	Умови забезпечення результативності людського капіталу					Результативність використання людського капіталу				
	Ч _{оп/пр}	ЗП _{міс}	Ф	І	Кп	П _{пр}	ВП _{оо}	ДВ _{лк}	ТВП/с	Т _{при/фон}
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	-1,14	-0,71	-1,03	-0,26	1,72	0,36	-1,37	-0,81	-0,69	0,61
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	-0,56	0,20	-0,27	0,47	-0,78	-0,19	-1,12	2,68	2,15	0,10
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	-0,96	-1,00	-0,94	-1,43	-20,86	2,22	-0,23	0,28	0,01	1,02
АТ «Елміз»	-0,15	0,12	-0,06	-0,49	4,50	-0,44	-0,48	-0,18	1,14	0,35
ТОВ «Укрелектроапарат»	0,24	-0,30	-0,42	-0,20	4,49	-0,82	-0,61	-0,38	-0,53	-0,70
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	0,85	1,34	1,62	1,91	1,03	-0,50	1,90	-0,41	-0,15	0,55
ПрАТ «Київський радіозавод»	-0,58	-0,84	-0,52	0,66	1,22	0,91	0,52	-0,08	0,29	-2,51
ПрАТ «Вентиляційні системи»	2,15	2,10	1,96	0,38	0,89	-1,12	1,10	0,09	-0,14	0,36
ПрАТ «Київполіграфмаш»	-0,52	-0,45	-0,10	0,36	0,04	0,35	-0,09	-0,69	-1,04	0,42
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,66	-0,47	-0,24	-1,41	-1,17	-0,77	0,37	-0,49	-1,04	-0,20
P_{0j}	2,15	2,10	1,96	1,91	4,50	2,22	1,90	2,68	2,15	-2,51

Розраховано автором за даними підприємств



Рисунок 2.24 – Таксономічний індекс умов забезпечення результативності людського капіталу на підприємствах машинобудування, 2021 р.

(розраховано автором)

У табл.2.9 візуалізовано рівень використання людського капіталу на підприємствах машинобудування за 2021 р. Використання методології таксономічного аналізу за даними 2019 та 2020 рр. дозволило виявити тенденції зміни сукупності показників, які відображають результативність використання людського капіталу та умови її забезпечення. Як наведено на рис. 2.25 динаміка зміни показників результативності використання людського капіталу вибірки підприємств машинобудування характеризується нестійкістю та значними відхиленнями від еталонних значень сукупності обраних показників. Підприємством, динаміка таксономічного індексу якого має ознаки відносної стійкості є ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод». Підприємства машинобудування демонструють різну направленість змін. Динамічне зростання таксономічного індексу результатів мають ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад», АТ «Перший Київський машинобудівний завод «АТ "Елміз», ПрАТ «Київполіграфмаш». Інші підприємства вибірки виявляють погіршення таксономічного індексу результативності використання людського капіталу за 2019-2021 роки, що є індикатором для прийняття управлінських рішень, щодо зміни політики управління продуктивністю діяльності підприємства.

Таблиця 2.9 – Формалізація рівня використання людського капіталу на підприємствах машинобудування у 2021 році

Підприємства	Умови забезпечення результативності людського капіталу					Результативність використання людського капіталу				
	Ч _{оп/пр}	ЗП _{міс}	Ф	І	Кп	П _{пр}	ВП _{оо}	ДВ _{лк}	ТВП/с	Т _{прп/фоп}
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	В	В	В	В	В	ДН	ДН	Н	С	В
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	С	С	С	С	С	Н	С	С	С	ДН
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	В	В	В	В	В	Н	ДН	Н	Н	ДН
АТ «Елміз»	С	С	С	С	С	С	С	С	С	Н
ТОВ «Укрелектроапарат»	С	С	С	С	С	С	С	С	С	Н
ПАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	С	С	С	С	С	С	В	В	В	С
ПрАТ «Київський радіозавод»	В	В	В	В	В	Н	Н	С	С	С
ПрАТ «Вентиляційні системи»	Н	Н	Н	Н	Н	В	В	В	С	С
ПрАТ «Київполіграфмаш»	В	В	В	В	В	Н	Н	С	С	Н
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	С	С	С	С	С	С	Н	С	Н	ДН

Примітка: В – високий, С – середній, Н-низький, ДН - дуже низький

Складено автором

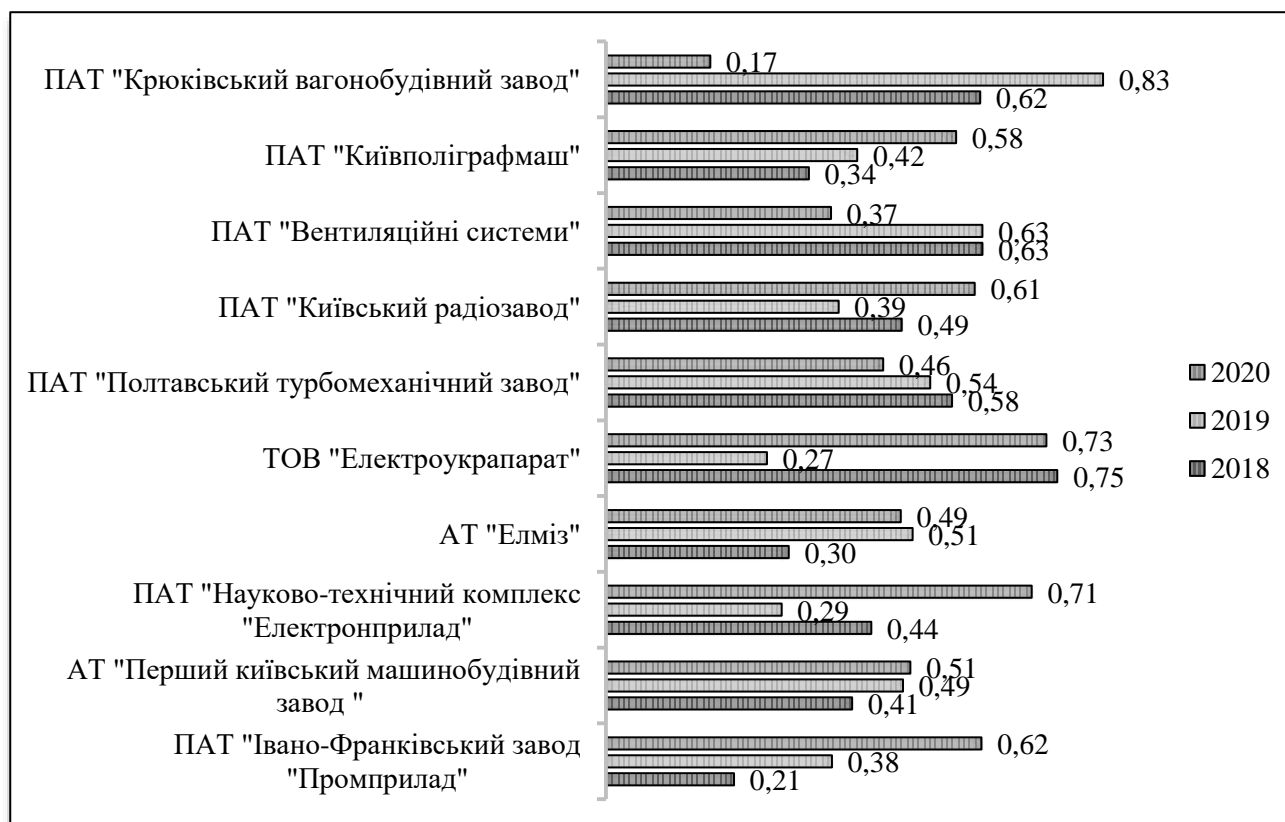


Рисунок 2.25 – Динаміка таксономічного індексу результативності використання людського капіталу (RH_i) на підприємствах машинобудування, 2019-2021 рр.

(розраховано автором)

Аналіз динамічних змін таксономічного індексу умов забезпечення людського капіталу на підприємствах машинобудування дозволив виявити їх різкі розбіжності серед вибірки дослідження. Так, на більшості підприємств умови, які забезпечують ефективність використання людського капіталу, мають динаміку погіршення в 2021 році (рис. 2.26). Окрім того, (на відміну від таксономічного індексу результативності) спостерігаються суттєві розбіжності у кількісному вимірі індексі. Так, лише АТ «Перший київський машинобудівний завод», ПАТ "Науково-технічний комплекс «Електронприлад» та ПрАТ «Київський радіозавод» в різні періоди мали наближеність умов діяльності до еталонного рівня на рівні 50%. Всі інші підприємства – нижче 50%, що свідчить про відсутність у них достатнього обсягу інвестування в технологічне оновлення всіх процесів діяльності підприємств з метою забезпечення виробництва конкурентоспроможної продукції, одним із напрямів чого є її автоматизація та цифровізація.

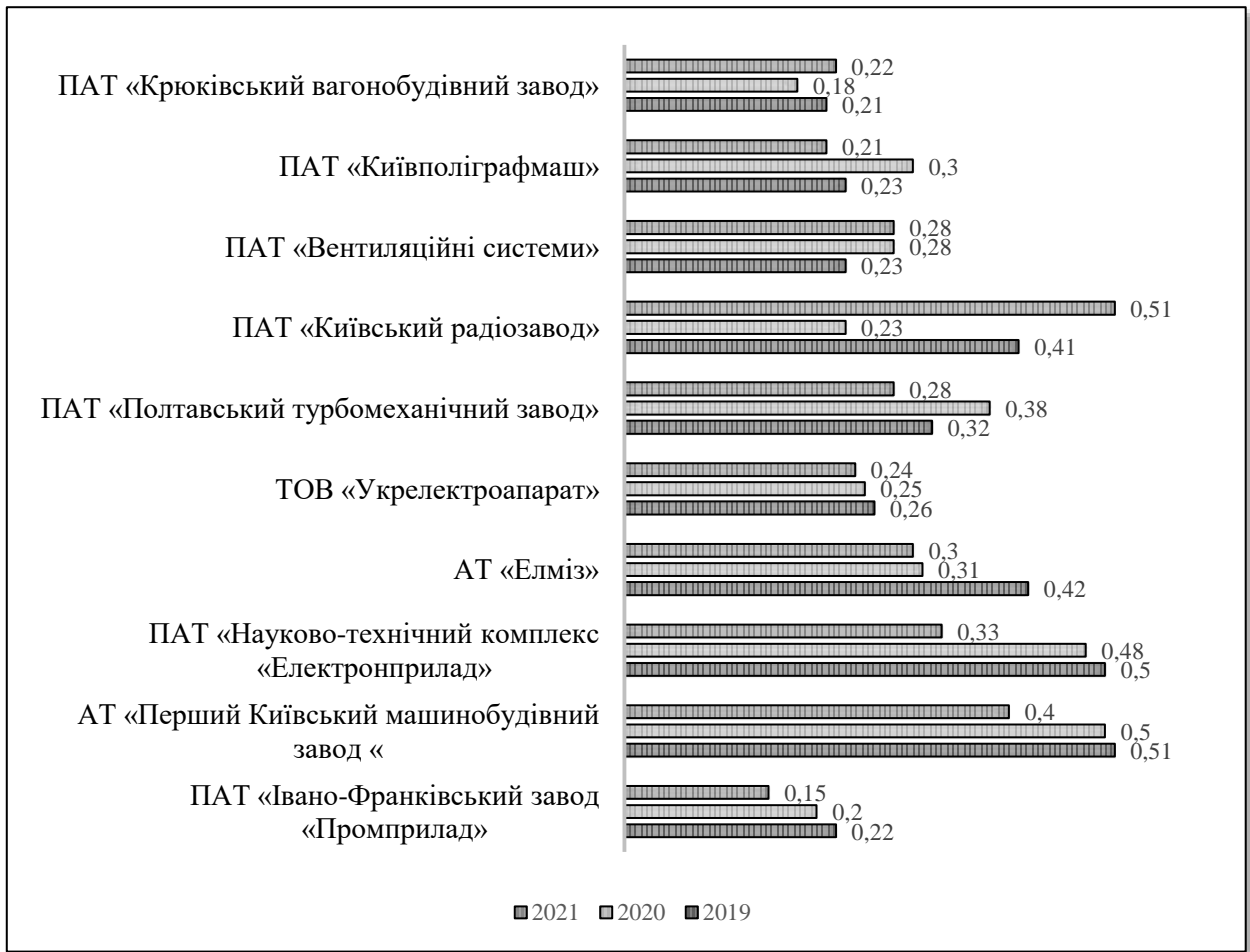


Рисунок 2.26 – Динаміка таксономічного індексу умов забезпечення результативності людського капіталу (CH_i) на підприємствах машинобудування за 2019-2021 роки
(розраховано автором)

З метою визначення економічних дій розвитку підприємства в умовах цифровізації економіки та розвитку людського капіталу на цій основі згідно методичних положень слід здійснити порівняння визначених індексів.

Отже на основі ідентифікації рівнів використання людського капіталу та сформованих співвідношень між розрахованими таксономічними індексами можна виокремити напрями підвищення ефективності людського капіталу шляхом формування їх цифрових компетентностей на досліджуваних підприємствах (табл. 2.10).

Таблиця 2.10 – Групування підприємств машинобудування за економічними діями підвищення цифрових компетенцій людського капіталу

Клас підприємств	Умова	Підприємство	Економічні дії підвищення цифрових компетентностей
Зорієнтовані на економічний результат	$CH_i < RH_i$	ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	Комплекс заходів спрямованих на підвищення попиту шляхом асортиментних змін в напрямку цифровізації продукту виробництва. Цифровізація продукту, цифрова реорганізація, автоматизація та цифровізація процесів, підвищення рівня ОП, залучення ІТ професіоналів та фахівців
		АТ «Перший київський машинобудівний завод»	Зниження трудоемкості виконання робіт, цифровізація процесів маркетингу та, як наслідок, підвищення попиту, підвищення рівня ОП
		АТ «Елміз»	Впровадження цифровізації бізнес-процесів з метою зниження витрат
		ТОВ «Укрелектроапарат»	Впровадження цифровізації бізнес-процесів з метою зниження витрат
		ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	Цифровізація операційних процесів праці, зменшення частки ручної праці
		ПрАТ «Вентиляційні системи»	Підвищення конкурентних переваг оплати праці
		ПрАТ «Київполіграфмаш»	Інвестування в оновлення засобів праці, автоматизація функціональних цифровізація бізнес-процесів
		ПАТ "Крюківський вагонобудівний завод"	Інвестування в оновлення засобів праці, автоматизація функціональних цифровізація бізнес-процесів, відповідність продукції світовим технічним стандартам
Зорієнтовані на економічні процеси цифровізації	$CH_i > RH_i$	ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	Підвищення обсягів реалізації, цифровізація партнерських відносин, цифровізація збуту, впровадження ЦТ контролю за використанням продукту

Складено автором

Згідно проведеного дослідження можна визначити, що майже усі підприємства машинобудування вибірки належать до класу «зорієнтовані на економічний результат», рівень індексу умов забезпечення результативності людського капіталу є нижчим за отримані результати.

Висновки до розділу 2

Узагальнення результатів діагностики розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації дали змогу зробити висновки:

1. Проведений аналіз стану та передумов розвитку людського капіталу підприємств у цифровому середовищі на основі розгляду міжнародних показників дозволив з'ясувати, що індекс цифрової адаптації України підвищується, проте країна потребує подальшої цифровізації в усіх секторах економіки. За Глобальним інноваційним індексом, Індексом мережевої готовності держава втримала свої позиції, незважаючи на повномасштабну війну. Аналіз Індексу людського капіталу й індексів цифрової трансформації дозволив визначити середню позицію України серед інших країн світу, тобто вітчизняний рівень людського капіталу і цифровізації є достатньо високим у світовому рейтингу. Розгляд досліджень Європейської бізнес асоціації, Інституту Цифрової Трансформації, Міністерства цифрової трансформації України про стан функціонування підприємств машинобудування в умовах військових дій підтверджує необхідність форсованого сценарію цифровізації України.

2. На основі опрацювання статистичних даних з цифровізації машинобудівної промисловості, забезпечення її інформаційно-комунікаційними технологіями, виявлено, що рівень їх використання, а також упровадження електронної торгівлі реалізуються недостатньо. Використання хмарних технологій знаходиться на рівні 10 %. Дещо вищий показник мають лише підприємства машинобудування з виробництва електричного устаткування та комп'ютерного обладнання. За даними аналітики АППАУ, керівники підприємств незадоволені кадровою ситуацією, при цьому частка підприємств, що мають найманих фахівців у сфері ІКТ складала до 45 % (крім підприємств з виробництва комп'ютерів, електронної та обчислювальної техніки). Підвищення показників потребує комплексного розвитку цифрових компетентностей, залучення зовнішніх фахівців і розвиток власного людського капіталу на засадах цифровізації.

3. З метою оцінювання економічної значущості людського капіталу підприємств машинобудування дістав подальшого розвитку метод визначення його вартості. На основі адаптації макроекономічної моделі АК (Р. Лукаса) та функції Кобба-Дугласа до мікроекономічної системи і алгебраїчних виведень складено формулу розрахунку вартості людського капіталу. За результатами обчислень з'ясовано, що на деяких підприємствах машинобудування простежується зниження вартості людського капіталу. Це свідчить про більшу зорієнтованість підприємств на розвиток основних засобів та матеріальних активів. При цьому людський капітал характеризується значним рівнем недооціненості з точки зору середньої заробітної плати, що впливає і на продуктивність праці. Зазначене свідчить про недостатню увагу до значущості людського капіталу у розвитку підприємств машинобудування і їх більшу зорієнтованість на техніко-технологічне забезпечення.

4. З метою визначення економічної значущості людського капіталу в діяльності підприємств машинобудування здійснено аналіз його впливу на такі економічні показники як продуктивність праці, валовий прибуток на одну особу та дохід від використання праці одного працівника. Отримані результати свідчать, що людський капітал не повною мірою використовується підприємствами для досягнення ефективності діяльності, а інвестиції спрямовуються здебільшого в матеріально-технічну базу. Зокрема, при збільшенні людського капіталу прибуток підприємства зменшується. Тобто частка заробітної плати в структурі собівартості, хоч і залишається високою, однак не забезпечує подальше формування доданої вартості, що могла б забезпечити маржу прибутковості достатнього рівня. Крім цього, на деяких підприємствах присутній низький зв'язок вартості людського капіталу з продуктивністю праці, що може свідчити про неефективне його використання. Присутній і обернений зв'язок вартості людського капіталу з доходом від використання праці одного працівника, що свідчить про відсутність достатнього рівня його розвитку, який би забезпечував дохідність підприємствам машинобудування. Зазначене, згідно з попереднім аналізом щодо цифровізації, дає підстави дійти висновку про низький рівень цифрового розвитку людського

капіталу, притаманність усталених традиційних підходів у виконанні виробничо-економічних процесів та недостатнє впровадження цифрових трансформацій.

5. Враховуючи те, що розвиток людського капіталу та забезпечення його результативності залежать один від одного, сформовано методичні положення відповідного причинно-наслідкового аналізу. Першим етапом його є встановлення ключових параметрів причин та наслідків. До умов забезпечення результативності людського капіталу віднесено оплату праці, ставку заробітної плати, сучасні засоби праці, інвестиції та заходи утримання працівників. До результатів використання людського капіталу – продуктивність, прибутковість, економія фонду оплати праці, інтелектуальна вартість продукції і зниження собівартості. Наступними етапами запропонованих положень визначено горизонтальний аналіз абсолютних та відносних змін параметрів зв'язку, визначення стійкості кожного показника, групування підприємств за рівнем відхилення показника від середнього у вибірці підприємств за нормалізованими показниками та визначення індексів причин та наслідків на базі умов та результатів використання людського капіталу підприємствами під впливом цифровізації.

6. На основі таксономічного аналізу сформовано метод розрахунку індексу умов забезпечення результативності людського капіталу та індексу результативності використання людського капіталу. Обґрунтовано, що до розрахунку першого індексу доцільно включати такі показники: частка оплати праці в чистому доході та середня місячна оплата праці, оскільки чим вища частка оплати праці, тим вищий рівень інтелектуальної праці у створеній вартості, а заробітна плата для працівників з високим рівнем цифрових компетенцій має бути значно вищою; фондоозброєність, яка у тому числі, відображає наявність сучасних цифровізованих засобів праці та програмного забезпечення на підприємстві; інвестиції на одну особу, оскільки вкладення розвитку підприємства показують і їх результати на розвитку цифровізації праці працівників; загальний рівень плинності кадрів, що дає змогу зрозуміти рівень задоволеності умовами праці. Другим рядом чинників є: продуктивність праці – як показник ефективності автоматизації й цифровізації, що дозволяє збільшити обсяги виробництва за

меншої чисельності працівників; валовий прибуток на одну особу, що може відображати наявність чи відсутність непродуктивних витрат в результаті цифровізації; додана вартість людського капіталу – як показник, що вміщує інтелектуальну вартість продукції; співвідношення темпу зростання валового прибутку та темпу зростання собівартості, яке відображає якість прийнятих економічних рішень працівниками, забезпеченими цифровою аналітикою; співвідношення темпу зростання продуктивності праці та темпу зростання фонду оплати праці, що дає змогу зрозуміти наявність економії, зумовленої процесами цифровізації.

7. Шляхом порівняння індексу умов забезпечення результативності людського капіталу та індексу результативності використання людського капіталу в причинно-наслідковому контексті згруповано підприємства за типом економічної поведінки: зорієнтовані на економічний результат, на економічні процеси цифровізації, на цифровізацію і розвиток людського капіталу. За кожним типом сформовано комплекс економічних дій з покращення цифрового розвитку людського капіталу та цифрових компетентностей. На основі апробації методичних положень причинно-наслідкового аналізу умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування під впливом цифровізації з'ясовано, що досліджувані підприємства машинобудування за типом економічної поведінки належать до зорієнтованих на економічний результат, а індекс умов забезпечення результативності людського капіталу є нижчим від індексу результативності використання людського капіталу. Тобто, при досягненні результатів застосовуються інші економічні дії, які не спрямовані на розвиток людського капіталу. Результативність здебільшого забезпечується зниженням собівартості з використанням традиційних підходів, а не цифровізації.

Результати і висновки наукового дослідження розділу 2 використано у діяльності ПрАТ «Вентиляційні системи», (додаток К).

Основні положення і наукові результати опубліковано в працях (Chernousova & Melnychuk, 2023; Мельничук & Бояринова, 2023а; Мельничук, 2023а; 2023б)

РОЗДІЛ 3

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

3.1 Механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації

Розвиток людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки потребує формування спеціалізованого механізму, який би забезпечив проактивність цього процесу. Враховуючи особливості функціонування таких підприємств, що обумовлює повільний перехід на цифрові технології ведення господарської і виробничої діяльності, механізм має забезпечувати паралельний розвиток цифрових навичок, знань, цифрового інтелектуального потенціалу в сукупності техніко-технологічним забезпеченням, а також супроводжуватись інвестуванням процесів розвитку на перспективу.

Зазначений механізм має включати комплекс дій та важелів, які передбачають організаційні активності, економічне забезпечення розвитку людського капіталу підприємств машинобудування у взаємозв'язку з упровадженням та реалізацією цифрових стратегій. Розвиток людського капіталу без інтеграції, адаптації та використання цифрових компетентностей, навичок та здатностей в реалізації необхідних цифрових стратегій не матиме сенсу.

Зазначені процеси повинні здійснюватись взаємоузгоджено, що матиме синергетичний ефект для зростання економічного функціонування виробничо-економічної системи як суб'єкта цифрової економіки (розкрито автором у (Мельничук & Бояринова, 2023б)).

Цифровізація економіки формує ряд чинників, які впливають на розвиток людського капіталу, які змістовно розподіляються на чинники організаційного спрямування та економічного спрямування (рис. 3.1).

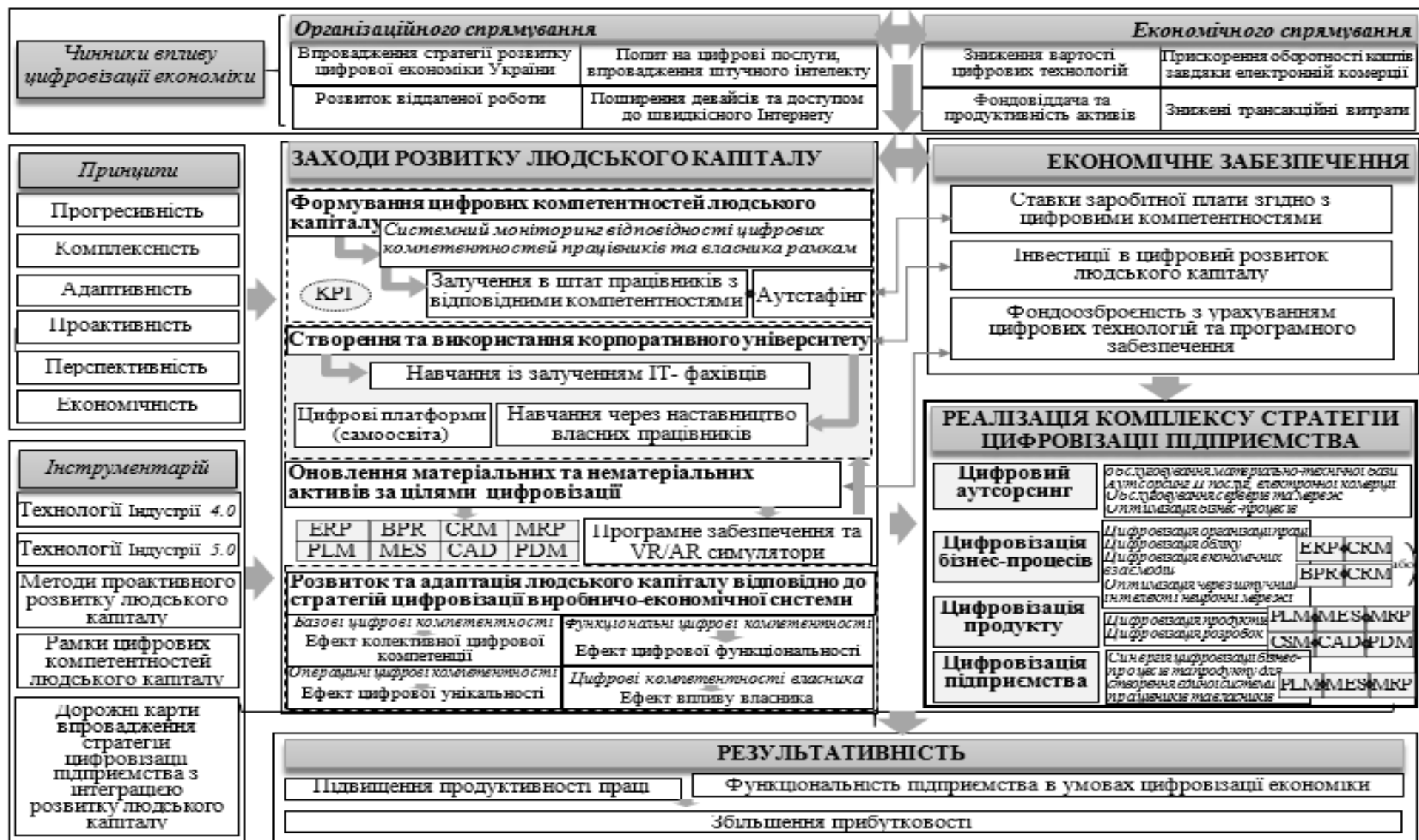


Рисунок 3.1 – Механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації (розроблено автором)

До чинників організаційного спрямування належать:

- впровадження стратегії розвитку цифрової економіки України. За цим чинником людський капітал підприємств машинобудування має володіти цифровими компетентностями, знаннями та навичками. Для успішного впровадження стратегії розвитку цифрової економіки України необхідно створити умови для розвитку людського капіталу на підприємствах, забезпечити доступ до якісної освіти та професійної підготовки у сфері цифрових технологій. Для забезпечення проактивності реалізації стратегії варто запровадити систему стимулювання та оплати праці, яка залежить від цифрових компетентностей;

- попит на цифрові послуги, впровадження штучного інтелекту. Попит на цифрові послуги зростає через кілька чинників, зокрема через зростання доступу до Інтернету, поширення смартфонів та інших девайсів і розвиток хмарних технологій. Усе це створює нові можливості для бізнесу, а також формує нові виклики для людського капіталу. Штучний інтелект (ШІ) автоматизує завдання, які виконуються людьми, що може призвести до втрати роботи, однак штучний інтелект також може створювати нові робочі місця, які вимагають нових навичок і здібностей;

- розвиток віддаленої роботи. Віддалена робота для працівників підприємств машинобудування може бути використана для адміністративного персоналу. Така робота дозволяє підприємствам бути більш гнучкими стосовно робочого часу та місця роботи своїх працівників. Потрібно захищати конфіденційну інформацію, коли вона передається віддаленим працівникам, встановлювати програмне забезпечення, яке відстежує продуктивність, а також необхідно створити культуру співпраці для ефективної взаємодії один з одним;

- поширення девайсів та доступу до швидкісного Інтернету. Використання девайсів та швидкісного Інтернету дозволяє підприємствам машинобудування автоматизувати завдання, контролювати якість продукції та послуг на всіх етапах виробництва, скоротити витрати на різні операції: логістика, маркетинг та продажі. Також експортувати свою продукцію на нові ринки, завдяки створенню віртуальних магазинів з 3Д-прототипами, надавати клієнтам краще

обслуговування, цілодобову підтримку та аналізувати відгуки. Даний чинник сприятиме підвищенню продуктивності праці, зниженню витрат, покращенню якості продукції, підвищенню прибутку та конкурентоспроможності.

Крім зазначеного, до розвитку людського капіталу спонукають і чинники впливу цифровізації економіки економічного характеру, серед них:

- зниження вартості цифрових технологій. Цей чинник дозволяє підприємствам отримувати доступ до провідних технологій, які допомагають підвищити ефективність, продуктивність та якість продукції. Крім того, цифрові технології сприяють кращій взаємодії зі своїми клієнтами та постачальниками, що підвищує продажі. Прикладом може бути впровадження технологій для забезпечення більш точного та контрольованого виробництва, яке знизить кількість дефектів і повернення продукції. Окрім того, цифрові технології сприятимуть покращенню персоналізації підприємств машинобудування, дозволяючи їм налаштовувати продукти та послуги відповідно до індивідуальних потреб клієнтів. Зазначене забезпечуватиме підвищення прибутковості;

- прискорення обігу коштів завдяки електронній комерції. Машинобудівні підприємства можуть використовувати електронну комерцію для продажу своїх товарів та послуг безпосередньо споживачам, що дозволяє уникнути витрати на реалізацію через посередників. Дана технологія дає змогу замовляти та обмінювати товари та послуги в режимі реального часу, що прискорює обробку і отримання оплати за товари та послуги;

- фондівдача та продуктивність активів. Цифрові технології забезпечують збільшення фондівдачі та продуктивності активів, оскільки нові технології підвищують ефективність виробництва, оптимізацію виробничих, покращення управління запасами, знижують витрати на обслуговування;

- зниження трансакційних витрат. Цифрові технології сприяють зниженню трансакційних витрат підприємств машинобудування, зокрема на пошук інформації, переговори, виконання контрактів та вирішення конфліктів. Зазначене впливає і на організацію праці та особливості формування людського капіталу з цифровими навичками реалізації зовнішніх контактів підприємств.

Ключовими принципами, на яких має формуватись та реалізовуватись механізм проактивного розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації, мають стати:

- прогресивність. Сприяє більшому направленню на інновації та цифрові технології через забезпечення доступності освіти та навчання, надання стимулів та стратегій для продовження професійного розвитку;
- комплексність. Даний принцип дозволяє підходити до виробничих завдань цілісно, враховувати те, що розвиток людського капіталу має відбуватись проактивно, синхронно з цифровим розвитком і цифровізацією підприємств;
- адаптивність. Дозволяє швидко підлаштовуватись до змін, викликаних цифровізацією економіки, що має забезпечуватись відповідністю цифрових компетентностей, знань, умінь людського капіталу, а також цифровою матеріально-технічною базою;
- проактивність. Даний принцип передбачає прогнозування глобальних та локальних змін до вимог і здатностей людського капіталу та фокусується на сучасному його розвитку з урахуванням майбутніх світових тенденцій;
- перспективність. Враховує перспективи підприємства і відповідно вибір заходів та політики щодо розвитку людського капіталу на засадах цифровізації, верифікацію необхідних дій та технології, які стануть доцільними для розвитку підприємства в цілому;
- економічність. Має бути дотриманий баланс у доцільності та віддачі від проінвестованих заходів у розвиток людського капіталу на засадах цифровізації. Слід оптимізувати витрати для забезпечення максимально можливих ефектів, які отримає підприємство машинобудування.

Інструментарієм, який має застосовуватись для функціонування та реалізації механізму проактивного розвитку людського капіталу визначено:

- технології Індустрії 4.0. Використання штучного інтелекту, машинного навчання, аналізу великих даних для автоматизації та інтелектуалізації процесів виробництва мають потенціал революціонізувати машинобудівні підприємства,

зробивши їх більш продуктивними, гнучкими та ефективними. Для використання переваг технологій Індустрії 4.0 підприємствам машинобудування необхідно інвестувати в розвиток людського капіталу, тобто працівникам потрібно мати нові навички та знання, необхідні для роботи в новому цифровому середовищі;

- технології Індустрії 5.0. Технології віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) можуть бути використані для створення навчальних середовищ, які дозволяють працівникам безпечно досліджувати складні виробничі процеси, моделювати деталі та ін. Технології блокчейну використовуються у виробництві для відстеження походження продуктів, керування ланцюгами поставок і запобігання підробці. Технології, що пов'язані з Інтернетом речей, дозволяють збирати, обмінюватися даними. Вони використовуються у виробництві для відстеження активів, моніторингу виробничих процесів і підвищення ефективності;

- методи проактивного розвитку людського капіталу. Підприємства можуть використовувати системи навчання та розвитку (онлайн-курси, семінари, вебінари) для надання своїм працівникам можливості навчатися та підвищувати кваліфікацію. Створення корпоративного університету забезпечує комплексність отримання необхідних знань та умінь, розвиток корпоративної культури та ідентифікації найталановитіших працівників, що й складатиме основу для менеджменту талантів. Створення центру розвитку кар'єри підприємства може включати індивідуальне консультування, планування заходів та наставництво для стимулювання працівників та надання можливості для особистісного та професійного розвитку.

- рамки цифрових компетентностей людського капіталу. Інструмент, який допомагає підприємствам визначати, розвивати та оцінювати цифрові компетентності своїх співробітників. Рамка складається з декількох блоків, які стосуються рівнів комп'ютерної грамотності, уміння працювати з даними, створення цифрового контенту, безпеки в цифровому середовищі, цифрових комунікацій, рівня володіння управлінськими навичками, оптимізаційними та операційними компетентностями.

– дорожні карти інтеграційного розвитку людського капіталу та впровадження і реалізації цифрових стратегій. Дорожні карти допомагають організаціям планувати та впроваджувати програми навчання та розвитку людського капіталу, відслідковувати, чи всі етапи дотримано відповідно до синхронності заходів стратегій цифровізації. Імплементация цифрових стратегій диктує виконання певних дій, які прописані в дорожній карті. Звісно, дорожня карта це лише узагальнений маршрут для більш детального планування. Потрібно розуміти особливості підприємства і на основі цього підбирати навчальні програми та програмне забезпечення.

Механізм проактивного розвитку людського капіталу має базуватись на узгодженому застосуванні комплексу на засадах цифровізації та відповідному економічному забезпеченні реалізації. Насамперед до заходів розвитку людського капіталу на засадах цифровізації нами віднесено формування цифрових компетентностей з їх системним моніторингом відповідності цифрових компетентностей працівників та власника рамкам компетентностей.

Для дослідження прикладних аспектів людського капіталу підприємств машинобудування було розглянуто набір найтипівіших цифрових компетентностей, якими повинні володіти працівники. Варто аналізувати запити працедавців аналогічних вітчизняних і закордонних підприємств. Це прискорить їх конкретизацію та на основі внутрішньорганізаційної аналітики дозволить визначити необхідні компетентностей. Для їх уточнення у нашому дослідженні проведено предметний аналіз сайтів оголошень про існуючі вакансії (roboota.ua, work.ua). Аналіз їх інформації дозволив узагальнити наступні результати:

- існує великий попит на широкий перелік посад, які забезпечують реалізацію відповідних функцій на підприємствах машинобудування;
- значна кількість вакантних посад на підприємствах машинобудування характерна для середньої ланки управлінської структури управління;
- на рівні робочих професій спостерігається поодинокий попит працедавців на висококваліфікованих фахівців для виконання високоточних операцій фрезерування, точіння, зварювання;

- обов'язковими вимогами до компетенцій усіх відповідних вакантних посад є володіння цифровими навичками. Перелік цифрових навичок, які висуваються працедавцями до потенційних претендентів, визначається функціональними зобов'язаннями кожної із посад.

Фрагмент найбільш типових вимог до цифрових компетенцій спеціалістів підприємства машинобудування представлений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Цифрові навички та програмне забезпечення працівників підприємств машинобудування згідно запитів працедавців

Посада	Назва підприємства	Необхідні цифрові навички
Економіст	Контроль-Сервис (Дніпро)	пакет Microsoft Office
Бухгалтер	Клімат Систем, ДЦ, ПП (Дніпро)	1С, Me-doc;
Інженер-технолог	<u>ВЕНТС, ПрАТ</u> <u>«Вентиляційні системи»</u> (Київ)	1С, SolidWorks, Компас
Інженер-конструктор	<u>РОПА Україна, ТОВ</u> (Біла Церква)	Solid Edge
Директор з розвитку виробничих процесів та інновацій (машинобудівництво, обладнання)	<u>БІЗНЕС РЕСОРСЕС /</u> <u>BUSINESS RESOURCES</u> (Київ)	1С:8 (модуль «Виробництво»)
Інженер-технолог	SkyFall	1С
Інженер-конструктор електротехнічного обладнання	<u>ENERGY GROUP</u> (Київ)	Solidworks
Інженер - конструктор	<u>М-Гидравлика</u> (Харків)	КОМПАС
Керівник (начальник) виробництва електроустаткування	<u>Кінтегро, ТОВ</u> (Київ)	Windows, Linux ,ПЗ: Office, Autocad, Coreldraw, P-Cad, Altium
Інженер конструктор	<u>Агро Спецсервіс, ТОВ</u> (Кропивницький)	3D-модельовання та кресленнями; ПЗ SolidWorks, Компас
Інтернет-маркетолог	Aliko Lesko Trade, м. Київ	Створення та оптимізація контенту для веб-сайту, соціальних медіа та інших онлайн-каналів Ведення рекламних кампаній в Інтернеті, в тому числі на платформах Google Ads, Facebook Ads та інших рекламних мережах

Складено автором за даними сайту robota.ua, work.ua (Robota.ua, 2023: Work.ua, 2023)

Згідно з аналізом, більшість підприємств потребують працівників, які вміють керувати спеціалізованим програмним забезпеченням, але, зважаючи на ситуацію в Україні, програми 1С та КОМПАС потребують заміни на аналоги, оскільки зазначені програми російського виробництва. Існує різноманіття програмного забезпечення – BAS, A5 ERP, IT-Enterprise, Navkolo, які могли б замінити 1С та КОМПАС, однак це потребуватиме додаткових витрат для підприємств машинобудування для впровадження нових технологій і закупівлі програмних продуктів та відповідного навчання працівників.

З досвіду перетворення сфери ІТ в одну із найпотужніших сфер діяльності в Україні, основними способами формування цифрових компетентностей є:

- конкурсний відбір «талентів» з високонкурентною оплатою праці;
- організація широкої мережі освітніх проектів щодо надання базових навичок використання цифрових продуктів при виконанні кожної із операцій та реалізації кожної управлінської функції;
- широка інформаційна політика щодо популяризації іміджу ІТ компаній та престижності діяльності в зазначеній сфері;
- високі вимоги до рівня володіння англійською мовою;
- надання можливості для професійного зростання шляхом освоєння нових функцій;
- заохочення креативності та новаторства;
- соціальна підтримка як спосіб заохочення розвитку цифрових компетентностей.

Системний моніторинг цифрових компетентностей має відбуватись згідно з певним набором, який якнайточніше відповідатиме діяльності підприємства машинобудування та реалізації стратегій його цифровізації. Відповідно до цього мають бути сформовані рамки цифрових компетентностей, які слугуватимуть мірою професійних цифрових навичок у підборі працівників та визначатимуть їх спроможності досягнути поставлені KPI.

Варто зауважити, що залучення працівників з високими компетентностями потребує відповідного рівня заробітної плати, тому у формуванні її ставок слід

включати рівень володіння цифровими навичками. Належне забезпечення оплати праці є одним з економічних важелів механізму проактивного розвитку людського капіталу на засадах цифровізації.

З урахуванням проведеного аналізу стану цифровізації підприємств машинобудування сформовано логічну послідовність реалізації процесів, пов'язаних з удосконаленням їх цифрових компетентностей (рис. 3.2).

Для аналізу наявності цифрових компетентностей також можна використати такий інструмент як опитувальник. Міністерство цифрової трансформації розробило проект «Цифрограм» (Дія. Освіта. Цифрограм, 2022), який передбачає перевірку наявності базових цифрових компетентностей, нами було розроблено узагальнений опитувальник з поєднанням характеристик базових, функціональних та операційних компетентностей, який сформовано на основі розроблених рамок цифрових компетентностей підприємств машинобудування. Він дозволить визначити рівень цифрової грамотності працівників та спланувати подальші дії (див. Додаток Е).

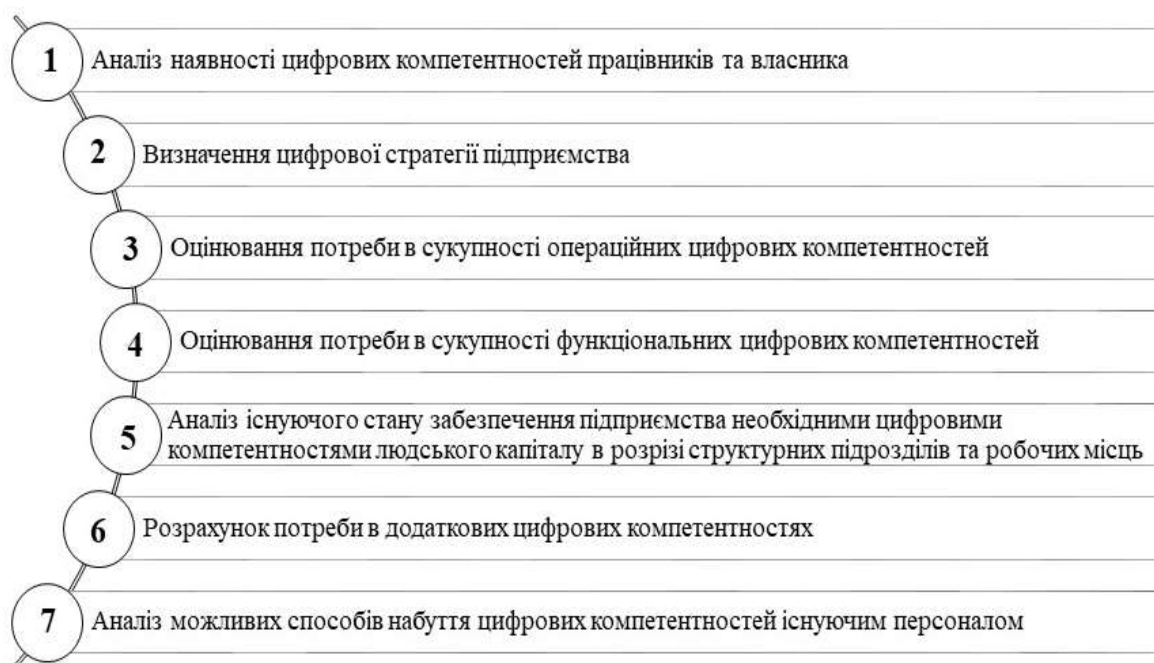


Рисунок 3.2 – Етапи процесу моніторингу та оцінювання наявності цифрових компетентностей
(складено автором)

Після того, як було проведено аналіз наявності цифрових компетентностей, необхідно визначитись з цифровою стратегією, оскільки від цього буде залежати, які навчальні програми будуть використовуватись у першу чергу і яке програмне забезпечення купувати.

Наступні два етапи передбачають оцінювання потреби в сукупності операційних і функціональних компетентностей. Тобто, у нас є програмне забезпечення, стратегія, після цього потрібно визначитись, чи є для цього необхідні знання в людського капіталу підприємства. Треба переглянути за підрозділами, чи всі працівники знаходяться на одному рівні для подальшого формування груп, створення програм навчання, яке передбачало би комплексне засвоєння знань за необхідними цифровими компетентностями.

Наступним етапом є визначення потреби в додаткових цифрових компетентностях. Можливо, конкретному відділу потрібно більше функціональних цифрових компетентностей, тоді як іншому операційних. Також, можна проаналізувати способи набуття працівниками відповідних навичок. Слід зазначити про необхідність залучення людей до корпоративного університету або онлайн-навчання на цифрових платформах з елементами гейміфікації. Інструменти та методи підбираються індивідуально для кожного.

Працівники з високим рівнем цифрових компетентностей, можуть стати першими наставниками корпоративного університету. У разі вкомплектованого штату варто скористатись аутстафінгом персоналу. Це дозволить на тимчасових засадах використати вже існуючий досвід.

Системою проактивного розвитку людського капіталу на підприємствах машинобудування в умовах цифровізації економіки може стати створення та використання корпоративного університету. Перед початком процесу цифровізації підприємства потрібно врахувати елемент навчання як важливий аспект розвитку людського капіталу. Навчання, перекваліфікація може відбуватись на постійній основі або власник виділятиме кошти на самоосвіту. Варто зауважити, що на етапі аналізу володіння компетентностями, пройдених курсів може виявитись замало, або вони будуть неправильно підібрані. Залучення ІТ-фахівців та персоналу з уже

сформованими цифровими компетентностями є важливим аспектом у перекваліфікації кадрів як елементу передавання досвіду. Для того, щоб розвиток людського капіталу відбувався ефективно, потрібен аналіз наявних знань і навичок, розробка плану навчання відповідно до цифрових тенденцій професії (розкрито автором у праці (Мельничук, 2023в)). Існує безліч інструментів для цифровізації, проте кожне підприємство робить вибір самостійно. Незважаючи на це, треба пам'ятати, що перекваліфікація або навчання кадрів може відбуватись декількома способами. Проплата курсів на платформі або відвідування лекцій на велику кількість працівників буде витратнішою, ніж на формування корпоративного університету. Наприклад, курси BAS ERP коштують від 3200 до 7700 грн на одну людину (Procom, 2023), навчання за наборами інструментів SAP становить 500 до 2500 грн за 1 набір (Udemy, 2023), курси AutoCAD – 5700 грн за 1 людину (ІТ- столиця, 2023).

Більшість українських компаній, які розуміють важливість розвитку людського капіталу та його місце в ефективному розвитку підприємства, створюють корпоративні університети. Така модель має значну перевагу перед традиційними курсами підвищення кваліфікації чи самоосвіти, оскільки:

- створення корпоративного університету – глобальна інвестиція у весь людський капітал підприємства, включно з керівниками та власниками;
- формує можливість налагодити комунікації між працівниками різних відділів, так званий «корисний тимбілдинг».

Процес формування корпоративного університету може відбуватись у декілька етапів. Для перекваліфікації або навчання людського капіталу у межах корпоративного університету може найматись ментор, лектор, ІТ-фахівці. Інший варіант перекваліфікація декількох співробітників, які потім будуть навчати інших працівників і стануть лекторами корпоративного університету.

З досвіду провідних компаній інших видів промисловості, корпоративні університети вже зарекомендували себе як проактивні інструменти розвитку людського капіталу. Яскравими прикладами таких є Академія DTEK, яка навчає не лише своїх співробітників, але й працівників ПУМБ, Фармак, Київстар та ін.

(Академія ДТЕК, 2023); корпоративний університет «Нова пошта», який, маючи 64 навчальні програми, готує до переходу на нові рівні відповідно до мапи кар’єрного зростання (Корпоративний університет «Нова Пошта», 2023); «Vitagro» охоплюють soft- skills та case study, які були б корисні для агропромисловості (Vitagro, 2023). Тобто, для великих підприємств створення корпоративних університетів є оптимальним рішенням.

Відповідно до зазначеного, для розвитку людського капіталу з урахуванням необхідності цифровізації підприємств машинобудування та поглиблення цифрових навичок сформовано структуру корпоративного університету (рис. 3.3). Корпоративний університет базується на проведенні лекцій з менторами, ІТ-фахівцями або «найкращим працівником» – людиною, яка може поділитись досвідом з іншими та/або володіє цифровими компетентностями.

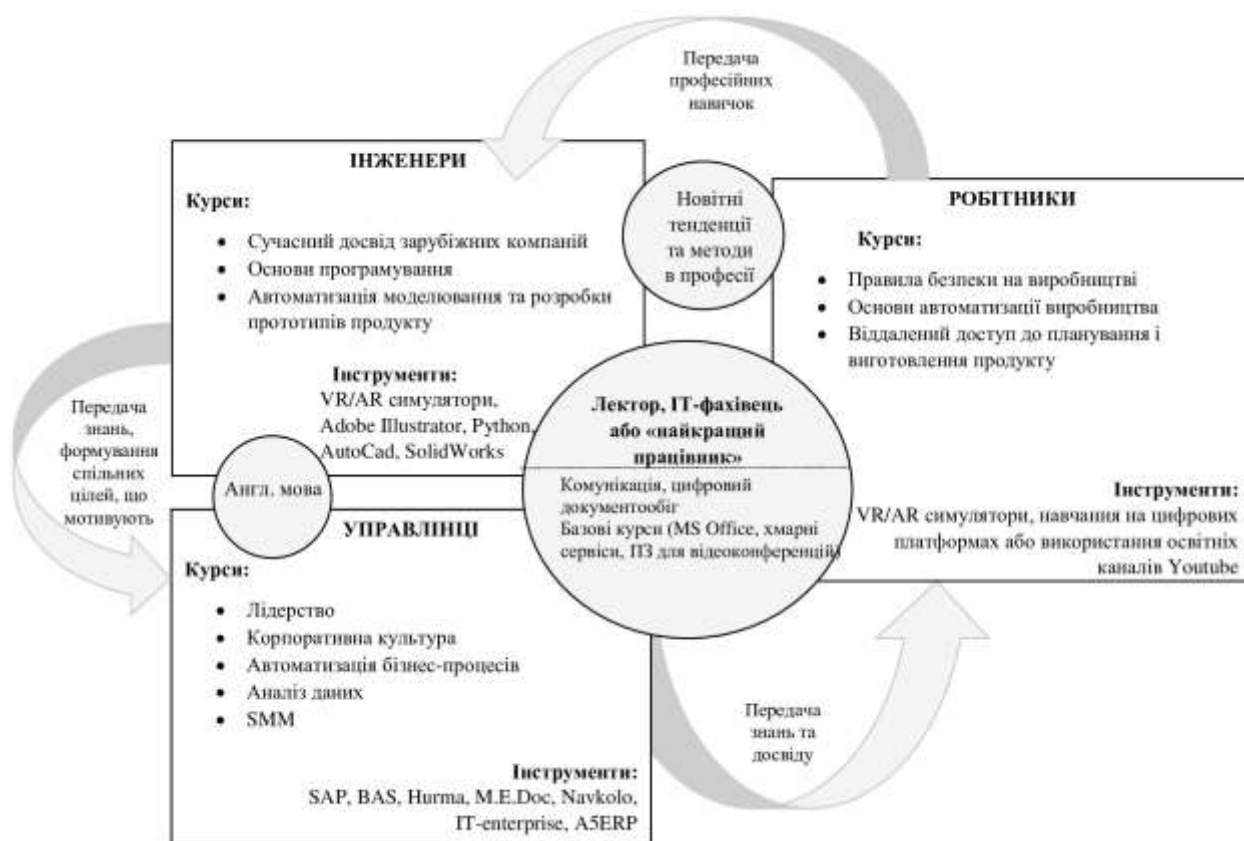


Рисунок 3.3 – Структура навчальних імперативів цифрових компетентностей корпоративного університету підприємства машинобудування

(сформовано автором)

Навчання у такому закладі можна умовно розділити на групи:

- спільне навчання базовим курсам (MS Office, хмарні технології, програмне забезпечення для відеоконференцій), основам цифрової комунікації та документообігу;
- навчання управлінців – передбачає акцент на функціональні цифрові компетентності, які включають: засвоєння soft-skills, автоматизацію бізнес-процесів, аналізу даних та основ SMM;
- навчання інженерів акцент на операційних цифрових компетентностях, які передбачають оволодіння основами програмування, навичками роботи з автоматизованими системами моделювання та розробки прототипів продукту;
- навчання робітників акцент на базових цифрових компетентностях, який передбачає опанування основ автоматизації виробництва та віддаленого доступу до планування та виготовлення продукту.

Корпоративний університет середовище, в якому всі учасники ділитимуться отриманими знаннями, досвідом та професійними навичками для досягнення спільної мети та реалізації обраної стратегії цифровізації.

Використання корпоративного університету забезпечить розвиток нових цифрових та інших навичок і здатностей працівників, що сприятиме збільшенню продуктивності праці. Навчання на підприємстві у більшості випадків менш витратне, ніж у зовнішніх установах або на онлайн-платформах. Корпоративний університет залучає працівників, пропонуючи їм різноманітні навчальні програми, що можуть відповідати їх особистісним інтересам, тим самим збільшуючи їх вмотивованість та відданість. Його формування та використання не можливе без інвестування у розвиток людського капіталу, що стає одним з ключових елементів економічного забезпечення механізму.

Розвиток людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації не можливий без використання відповідної матеріально-технічної бази, технологій та програмного забезпечення. Поглиблення цифрових компетентностей має відбуватись синхронно з упровадженням нових цифрових технологій. Такі методи покращать фондоозброєність праці, що забезпечить

підвищення продуктивності, збільшення прибутковості. Крім того, імплементація нових цифрових технологій потребує навчання працівників, тому необхідно залучати VR і AR симулятори, що дозволить інтегровано функціонувати і корпоративному університету.

Кожне підприємство обирає програмне забезпечення, яке відповідало б його функціям і сфері діяльності. У разі відсутності досвіду в підприємства варто звертатись до IT-фахівців або переймати здобутки компаній-партнерів, які вже імплементували програмне забезпечення. Базовим набором для функціонування підприємства машинобудування є такі послуги, як:

- підбір корпоративної мережі, яка включатиме пошту та хмарне сховище (Google, Microsoft, Yahoo та ін.);
- програмне забезпечення бізнес-процесів та моделювання, створення продукту.

Для підприємств машинобудування є необхідними ряд спеціалізованих IT-продуктів:

Віртуальна реальність (VR – Virtual Reality) і *доповнена реальність* (AR–Augmented Reality) застосовується для покращення навчання. VR і AR можна використовувати для створення віртуальних навчальних симуляторів, які дозволяють працівникам оволодіти новим обладнанням та виконувати завдання в безпечному та контрольованому середовищі, що скорочує час та підвищує безпеку. Також VR і AR корисні для розробки віртуальних інструкцій та керівництв, які допомагають працівникам виконувати ремонт і обслуговування обладнання, а також для створення віртуальних моделей продуктів та процесів, що спрощує інженерам тестування та оптимізацію дизайну до того, як вони будуть виготовлені.

VR і AR мають потенціал революціонізувати машинобудування. Вони можуть допомогти компаніям підвищити ефективність, продуктивність та безпеку. Наприклад, компанія Airbus використовує VR для навчання своїх працівників збирати літаки (IT –enterprise, 2018), а компанія Caterpillar використовує AR для допомоги своїм працівникам виконувати ремонт техніки (IT –enterprise, 2022a).

SAP, BAS, Hurma, Navkolo, IT-Enterprise, A5ERP — це системи планування ресурсів підприємства, тобто пакети програмного забезпечення, які об'єднують усі основні бізнес-процеси організації: бухгалтерський облік, виробництво, продажі та управління людським капіталом.

M.E.Doc — веб-сервіс для створення онлайн-звітностей та цифрового документообігу (M.E.Doc, 2022).

Для цифровізації бізнес-процесів використовуються ERP, BPM та CRM системи. Кожне підприємство може обрати один з цих пакетів, спираючись на характеристики та цінову політику продукту.

ERP (Enterprise Resource Planning) — це система планування ресурсів підприємства для об'єднання всіх підрозділів компанії і необхідних функцій в одній системі управління (Ратушняк, 2016).

BPM (Business Process Management) система планування процесів підприємства, яка допомагає візуалізувати дані та управляти розподіленими за функціями бізнес-процесами. (IT-enterprise, 2022б).

CRM (Customer Relationship Management) — система автоматизації даних клієнтів та керування взаємодією з ними, відстеження тенденції продажів та маркетингових стратегій (CRM, 2021).

Adobe Illustrator, Python, AutoCad, SolidWorks — інструменти для створення та керування ілюстраціями, моделями прототипів та деталей, а також автоматизації аналізу та візуалізації даних. Це програмне забезпечення є елементом PLM, MES та CAD систем, які використовуються для цифровізації продукту.

PLM (Product Lifecycle Management) — це серія для конструювання та проектування продукту та перенесення їх в хмарне середовище. Упровадження концепції PLM формує можливості для підприємства машинобудування стежити за кожною партією, а за необхідності кожним екземпляром, продукції на всіх етапах життєвого циклу виробу, що дозволяє контролювати якість виробництва та обслуговування. (IT-enterprise, 2022в).

У машинобудуванні програмний комплекс PLM включає набір автоматизованих систем управління на кожній із стадій життєвого циклу, які інтегровані в єдине автоматизоване та інформаційне середовище (рис.3.4).

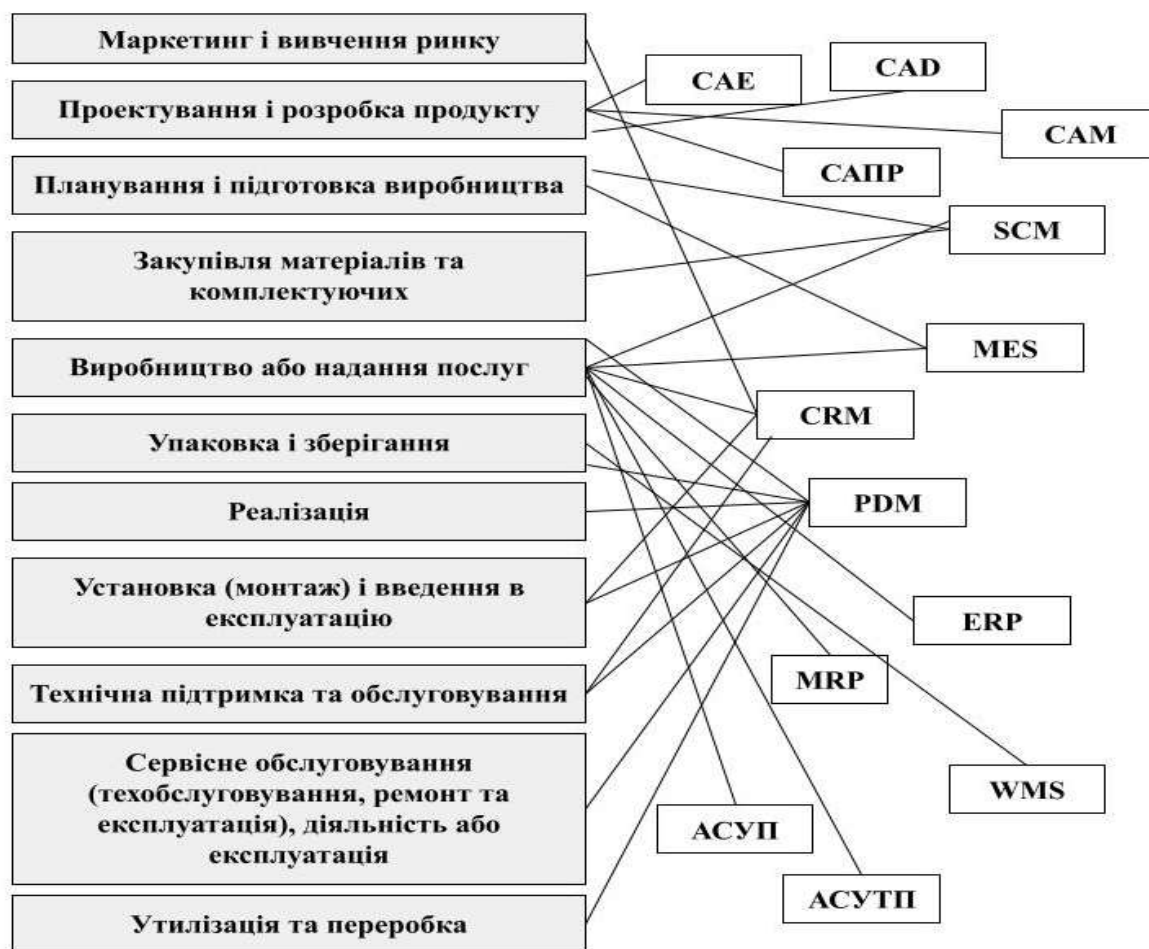


Рисунок 3.4 – Складові PLM машинобудівного підприємства
(складено на основі IT-enterprise, 2022б)

MES (Manufacturing Execution System) – програми для керування виробничими процесами в реальному часі (IT-enterprise, 2022г), які вирішують завдання синхронізації, координації, аналізу та оптимізації випуску продукції (табл 3.2).

CAD (Computer-Aided Design) використовується для створення 3D-моделей продуктів (Апаратні засоби Libre, 2022);

PDM (Product Data Management) для зберігання та керування даними про продукт (IT-enterprise, 2022д)

MRP (Material Requirements Planning) – система планування потреби в усіх видах ресурсів, оперативного корегування завдань та планів з виробництва (Wezom, 2022).

Таблиця 3.2 – Функції MES-систем

Абревіатура	Повна назва	Короткий опис
RAS	Resource Allocation and Status	Контроль стану і розподіл ресурсів
ODS	Operations/Detail Scheduling	Оперативне/детальне планування
DPU	Dispatching Production Units	Диспетчеризація виробництва
DOC	Document Control	Управління документами
DCA	Data Collection/Acquisition	Збір і зберігання даних, що циркулюють у виробничому середовищі підприємства
LM	Labor Management	Управління персоналом
QM	Quality Management	Управління якістю
PM	Process Management	Управління виробничими процесами
MM	Maintenance Management	Управління технічним обслуговуванням і ремонтом
PTG	Product Tracking and Genealogy	Відстеження продукції
PA	Performance Analysis	Аналіз продуктивності

Складено на основі (IT-enterprise, 2022в)

Розвиток людського капіталу має бути адаптованим до стратегій цифровізації виробничо-економічної системи. Обмеженість фінансових та часових ресурсів, не дає можливості проактивно розвивати всі цифрові компетентності. Їх система має складатись з базових, операційних, функціональних цифрових компетентностей, а також цифрових компетентностях власників. Деталізовано їх використання у реалізації стратегій цифровізації пропонуваного механізму розглянуто у підрозділі 3.2.

Запровадження стратегій цифровізації підприємств машинобудування має здійснюватись відповідно до розвитку людського капіталу та рівня наявних цифрових компетентностей. Спроможність реалізувати ту або іншу стратегію цифровізації залежить від рівня володіння працівників цифровими компетентностями, знань та цифрової залученості людського капіталу. Відповідно до цих чинників підприємство може впроваджувати або повний набір стратегій, або обирати ту, для якої здатності, кваліфікація працівників, ресурсне та фінансове забезпечення є достатнім.

Для підприємств машинобудування, як зазначено в підрозділі 1.3, доцільним є комплекс стратегій цифровізації: цифровий аутсорсинг; цифровізація бізнес-процесів; цифровізація продукту; цифровізація підприємства (цифрове підприємство). Реалізація таких стратегій потребує чіткого дотримання інтеграційного розвитку людського капіталу, що може бути забезпечена використанням дорожніх карт. Дорожня карта – документ, призначений для керівників підприємства, розроблений у відповідності до стратегії 4.0, що стосується цифрових трансформацій у промисловості та інших сферах діяльності (АППАУ, 2023). Представники Асоціації підприємств промислової автоматизації України (АППАУ) запропонували формат дорожньої карти для цифрової трансформації підприємств, у якій визначена логічна підпорядкованість дій щодо цифрових змін на підприємстві (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 Дорожня карта цифрової трансформації машинобудівних підприємств

(узагальнено автором за (АППАУ, 2023))

Скористаємось даним підходом та сформуємо дорожні карти інтеграційного розвитку людського капіталу та впровадження і реалізації цифрових стратегій, які забезпечать проактивний розвиток людського капіталу у поєднанні з економічним розвитком підприємств машинобудування.

Цифровий аутсорсинг. Цифровий аутсорсинг – це передача функцій обслуговування необхідного обладнання для програмного забезпечення спеціалізованим ІТ компаніям. Реалізація стратегії цифрового аутсорсингу дозволяє підприємствам машинобудування знизити ризики некомпетентності власного персоналу, залучивши до виконання окремих цифрових операцій вузькопрофільних сторонніх спеціалістів. Традиційно завдання обслуговування відповідного програмного забезпечення та обладнання вирішується штатним системним адміністратором, тому витрати на залучення аутсорсингових компаній можуть бути меншими, порівняно з утриманням штатного системного адміністратора. Стандартний перелік послуг ІТ аутсорсингу:

- обслуговування комп'ютерів;
- обслуговування серверів (аутсорсинг ІТ послуг) – оновлення операційної системи та програмних продуктів; встановлення потрібних додатків, видалення неактуальних версій програм; розподіл та призначення доступів для нових користувачів, зміна і коригування існуючих облікових записів; організація інформаційної безпеки і захищеності сервера від втручань ззовні; забезпечення резервного копіювання важливої інформації; регламентні роботи з перевірки вільного місця, утилізації ресурсів тощо (БІТ, 2022);
- обслуговування мереж;
- оптимізація бізнес-процесів (впровадження ІТ технологій).

Дорожня карта впровадження стратегії цифрового аутсорсингу передбачає передачу підбору програмного забезпечення, проведення аналізу та контролю цифровізації процесів на підприємстві спеціалізованим компаніям або ІТ-фахівцям- аутсорсерам (рис.3.6). Ця стратегія може використовуватись за відсутності великих інвестицій і не передбачає навчання працівників

підприємства, оскільки всі процеси контролюватимуться спеціалістами-аутсорсерами.



Рисунок 3.6 – Дорожня карта впровадження стратегії цифрового аутсорсингу підприємств машинобудування з інтеграцією розвитку людського капіталу
(сформовано автором)

Стратегія цифровізації бізнес-процесів. Стратегія цифровізації бізнес-процесів підприємства передбачає впровадження програмних продуктів з метою оптимізації бізнес-процесів підприємства. Її реалізація базується на впровадженні ERP, BPM та CRM систем.

Щоб ефективно управляти системами ERP, BPM і CRM, компаніям потрібен людський капітал із певними навичками та знаннями, що передбачають:

- розуміння бізнес-процесів. Допомагає визначити, як системи можуть використовуватися для оптимізації бізнес-процесів та підвищення ефективності;
- навички аналізу даних. Системи ERP, BPM і CRM генерують велику кількість даних, тому співробітники, які працюють з ними, повинні мати навички аналізу для ухвалення обґрунтованих рішень;
- командна робота. Програмне забезпечення використовується різними відділами компанії, тому потрібно вміти ефективно працювати в команді, щоб забезпечити ефективне використання систем;
- комунікативні навички. Спілкування з різними відділами компанії та іншими зацікавленими сторонами гарантуватиме, що всі учасники знатимуть, як

використовувати системи та як вони можуть бути використані для досягнення спільних цілей.

Сучасне програмне забезпечення складається з комплексу ERP, BPM та CRM систем. Найпопулярнішим прикладом поєднання систем ERP, BPM та CRM є розробка німецької компанії SAP SE. SAP SE містить модульну структуру, що дозволяє комплексно управляти бізнес-процесами підприємства.

Якщо розглянути елементи системи SAP, представлені у табл.3.3 то можна побачити, що даний програмний продукт дозволяє цифровізувати всі основні процеси підприємства. Hurma, Navkolo, IT-Enterprise, BAS, A5ERP аналоги системи SAP з подібними функціями.

Таблиця 3.3 – Функції SAP SE в управлінні в бізнес-процесами

Підрозділ	Функція
Управління фінансами	Ведення обліку основних засобів, контроль фінансових операцій, автоматизація роботи бухгалтерії, ведення необхідної звітності
Виробництво	Управління всіма аспектами виробництва, здійснення планування, контролю і аналізу робіт
Замовлення	Регуляція взаємовідносин з контрагентами. Підтримка операцій продажу, обслуговування, сервісу клієнтів і т.д
Управління якістю	Забезпечення планування та контролю якості продукції під час виробництва і закупівель;
Ремонт і обслуговування обладнання	Планування коштів на проведення ремонтних робіт і облік витрат
Інформаційні потоки.	З'єднання модулів з інструментами, технологіями та сервісами, які загальні для додатків (можна задати правила, згідно з якими дана частина системи автоматизує господарські операції)
Управління персоналом.	Планування зайнятості співробітників, розрахунок заробітної плати, відряджень, пільг і т.д. Здійснення найму персоналу, проведення підвищення кваліфікації

Складено на основі (A4, 2022)

Стрімкий розвиток інтелектуального капіталу та процесів диджіталізації економіки забезпечили підприємства національними ERP системами, які враховують особливості та законодавчу базу для діяльності в Україні та усувають недоліки існуючих систем (зокрема SAP). Такою є національна система BAS КОРП, яка має зручніший інтерфейс та значно нижчу вартість ліцензії (Спілка автоматизаторів бізнесу, 2022).

Етапи реалізації стратегії *цифровізації бізнес-процесів* для підприємства машинобудування (рис.3.7):

1) ідентифікація бізнес-процесів підприємства, визначення точок входу, виходу із кожного бізнес-процесу, визначення структурних взаємозв'язків, відповідальних за процес, формування індикаторів контролю за реалізацією бізнес-процесу та показників оцінювання їх ефективності. Основними критеріями ідентифікації бізнес-процесів є ресурси, діяльність, результат. На підприємстві машинобудування основними бізнес-процесами є: закупівля, складування, виробництво, маркетинг, реалізація, облік тощо;

2) аудит та оцінювання ефективності існуючих бізнес-процесів. Виявлення процесів низької ефективності. Ефективність кожного із бізнес-процесів оцінюється на основі встановленого співвідношення вихідних результатів та вхідних ресурсів;

3) аналіз потенційних можливостей зростання ефективності бізнес-процесів;

4) вибір бізнес-процесів з потенціалом зростання ефективності під впливом їх цифровізації. На підприємстві основними процесами, для яких існують готові цифрові рішення, є замовлення, закупівля матеріалів, виробництво, фасування, доставка, облік, звітність, виконання шаблонних і циклічних завдань. Ефективність цифровізації бізнес-процесів забезпечується економією трудоемності виконання операцій та чисельністю працівників, зменшенням простоїв, браку, зростанням швидкості комунікацій, уникненням помилок. Сумарна ефективність цифровізації досягається за умови, якщо сумарна економія ресурсів за життєвий цикл цифрової технології буде вищою витрат на його впровадження;

5) аналіз існуючої цифрової пропозиції або вибір розробника програмного забезпечення;

6) тестування програмного забезпечення з мінімальним функціоналом. Використання програмного забезпечення з мінімальним набором функцій дозволяє виявити, окрім зручності його функціоналу, потребу в удосконаленні та доповненні;

7) удосконалення програмного забезпечення під функціональні потреби підприємства та його впровадження.



Рисунок 3.7 – Етапи реалізації стратегії цифровізації бізнес-процесів для підприємства машинобудування

(складено автором на основі (Балановська, Гавриш & Виржиковська, 2020))

Кожний із сформованих етапів цифровізації бізнес-процесів підприємства машинобудування реалізується лише в умовах відповідної їх цифрової екосистеми як сукупності цифрових об'єктів (технологій, платформ) та цифрових компетентностей у суб'єктів користування ними. Для реалізації кожного із запропонованих етапів підприємство повинно сформувати відповідну сукупність цифрових компетентностей людського капіталу. Як підтвердили результати проведеного опитування, початком цифрових трансформацій на підприємстві є наявність стратегічного рішення власників та його керівництва.

Первинність позитивного сприйняття власниками та керівництвом цифровізації процесів діяльності підприємств підтверджуються багаточисельними дослідженнями. За дослідженнями компанії Amrop Executive Search Ukraine, яка проводить щорічне опитування керівників великого бізнесу з метою оцінювання рівня їх цифрової компетентності (Економічна правда, 2020) було виявлено, що лише 5% респондентів володіють цифровими знаннями і навичками. Поглиблений аналіз причин низького рівня цифровізації виявив, що 45% респондентів, які володіють цифровими компетентностями, відчули проблему високого супротиву цифровій трансформації в середині компанії.

У 72% керівників відсутнє розуміння цінності для підприємства від впровадження цифрових технологій (Економічна правда, 2020). Виявлено, що причинами супротиву керівництва є (Економічна правда, 2020):

- не розуміння економічної ефективності від цифровізації бізнес-процесів;
- конфлікт знань, який виникає у стосунках між представниками сучасної цифрової освіти та освіти 70-х;
- несприйняття змін через неготовність до протидій можливим ризикам та задля підтримання умов стабільності діяльності підприємства;
- значні фінансові витрати на впровадження цифрових технологій;
- питання комерційної та інформаційної безпеки.

Виходячи з представленого узагальнення, можна зробити висновок, що першопричиною всіх проблем, пов'язаних зі схваленням цифровізації керівництвом та власниками підприємства, є компетентність щодо комерціалізації цифрового проекту, тобто здатності розрахувати економічну ефективність його впровадження для підприємства.

Отже, 1-5 етап цифровізації бізнес-процесів потребує високих технічних цифрових компетентностей для здійснення вибору цифрового проекту та комунікацій з розробниками на всіх етапах його впровадження, залучення економічних компетентностей для ідентифікації бізнес-процесів на основі чітко визначених критеріїв. Тобто, це етап реалізації функціональних цифрових компетентностей.

Етап 6 реалізується за умови наявності операційних компетентностей у професіоналів та фахівців підприємства. Їх уміння та навички користування цифровими інструментами визначають модель кінцевого цифрового проекту та його вплив на кількісний вимір очікуваних результатів від впровадження. Проблема реалізації даного етапу пов'язана зі зростаючими труднощами, пов'язаними з пошуком кваліфікованих працівників, рівень професійності яких постійно підвищується. Дослідженнями Інституту економічних досліджень та політичних консультацій підтверджується тенденція щомісячного зростання частки підприємств, яким не вистачає кваліфікованих працівників, яка в квітні

2023 становила 26,9%. Це стало причиною проблеми забезпечення кваліфікованим персоналом 31% опитаних підприємств України (Ліга Закон, 2023).

Окрім цього, на даному етапі важливе значення відводиться лідерським якостям керівника, який здатен згуртувати та очолити процеси цифровізації. Лідерство більшість психологів розглядають як біологічну, тобто вроджену характеристику особистості. За результатами опитування, більшість керівників діджитал-напрямів є недостатньо сильними лідерами, що призводить до затягування процесів впровадження цифрових технологій, а також зростають ризики корпоративної безпеки (Економічна правда, 2020).

Тож враховуючи зазначене, дорожня карта впровадження стратегії цифровізації бізнес-процесів матиме вигляд як наведено на рис.3.8.

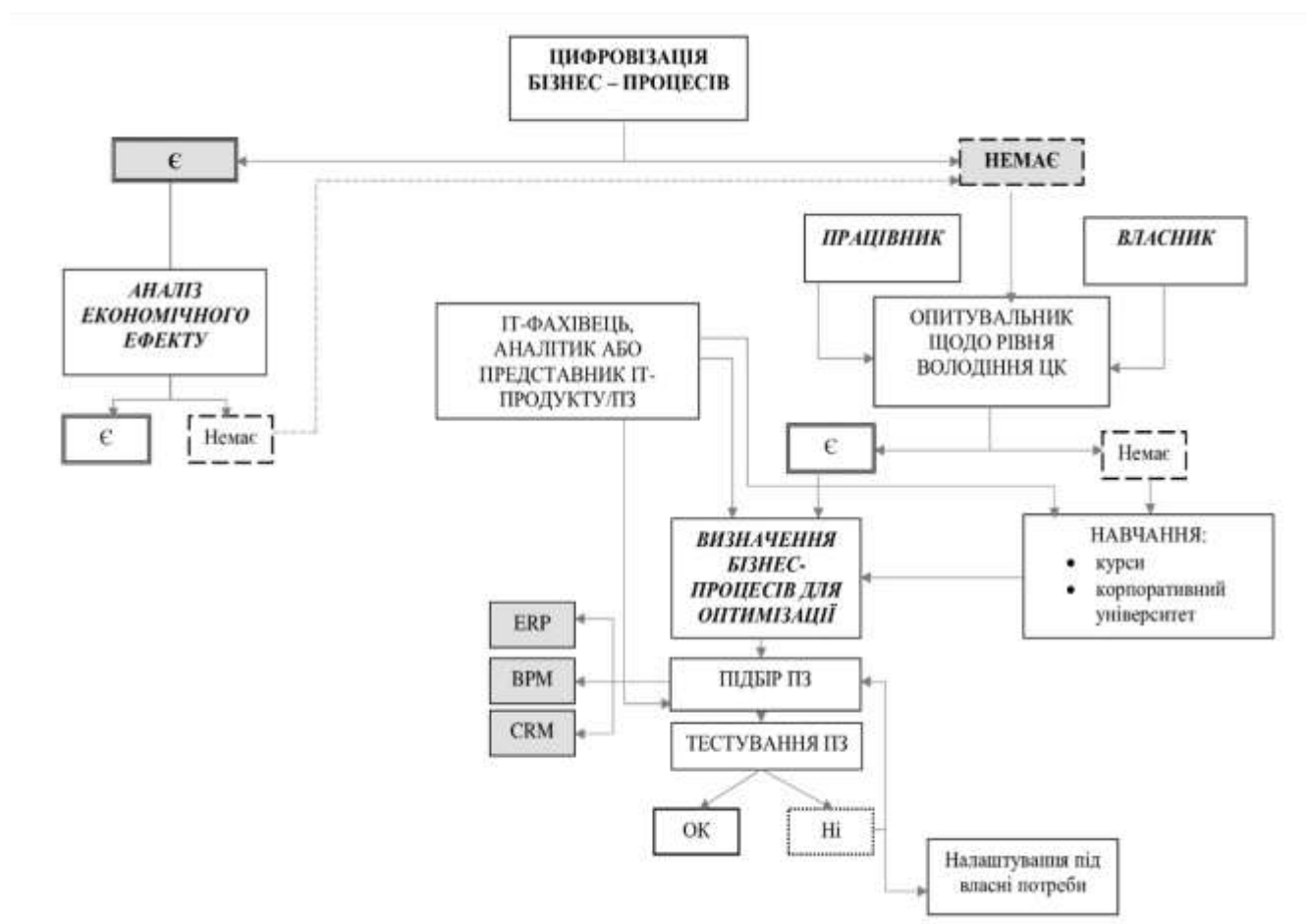


Рисунок 3.8.— Дорожня карта впровадження стратегії цифровізації бізнес-процесів машинобудівних підприємств з інтеграцією розвитку людського капіталу

(сформовано автором)

Прогнозованим ефектом від впровадження стратегії цифровізації бізнес-процесів є:

- зниження трудоемності виконання операцій та функцій через зменшення часу та кількості працівників (бізнес-процеси: управління персоналом, обліку, складування, транспортування, закупівель, маркетингу тощо);
- посилення контролю за виконанням операцій управління технологічними процесами (операції конструювання, дизайну, автоматизації технологічних параметрів виробництва тощо);
- підвищення точності планування та прогнозування, добору персоналу, оцінювання, нормування праці, менеджменту робочого часу (операції кожного із бізнес-процесів).

Стратегія цифровізації продукту. Стратегія цифровізації продукту – це автоматизація сукупності технологічних операцій, пов'язаних з розробкою та виробництвом готового продукту підприємства та надання цифрового сервісу з його обслуговування.

Цифровізація продукту на підприємствах машинобудування пов'язана з упровадженням PLM, MRP та MES систем, а також використанням VR/AR симуляторів. Для того, щоб людський капітал міг ефективно працювати з даними технологіями, йому знадобиться певний набір навичок. Людський капітал повинен вміти працювати із різними типами комп'ютерів та програмним забезпеченням, які використовуються на виробництві, а також розуміти та використовувати дані, які генеруються цифровим програмним забезпеченням. Проблеми з якістю також мають швидко вирішуватися, тобто треба не лише вміти виявити проблеми, а навчитись їх оперативно вирішувати, виправляти онлайн моделі прототипів, деталей. Технології невпинно покращуються і водночас ускладнюються, з'являється нове програмне забезпечення, тому треба бути готовим до змін і постійного навчання.

Дорожня карта впровадження стратегії цифровізації продукту машинобудівних підприємств з інтеграцією розвитку людського капіталу наведено на рис.3.9. Акцент робиться на цифровізацію продукту, а не бізнес-процесів, що, у

свою чергу, потребує навчання інженерів та технологів спеціалізованим програмам, які стосуються моделювання та виготовлення продукції.

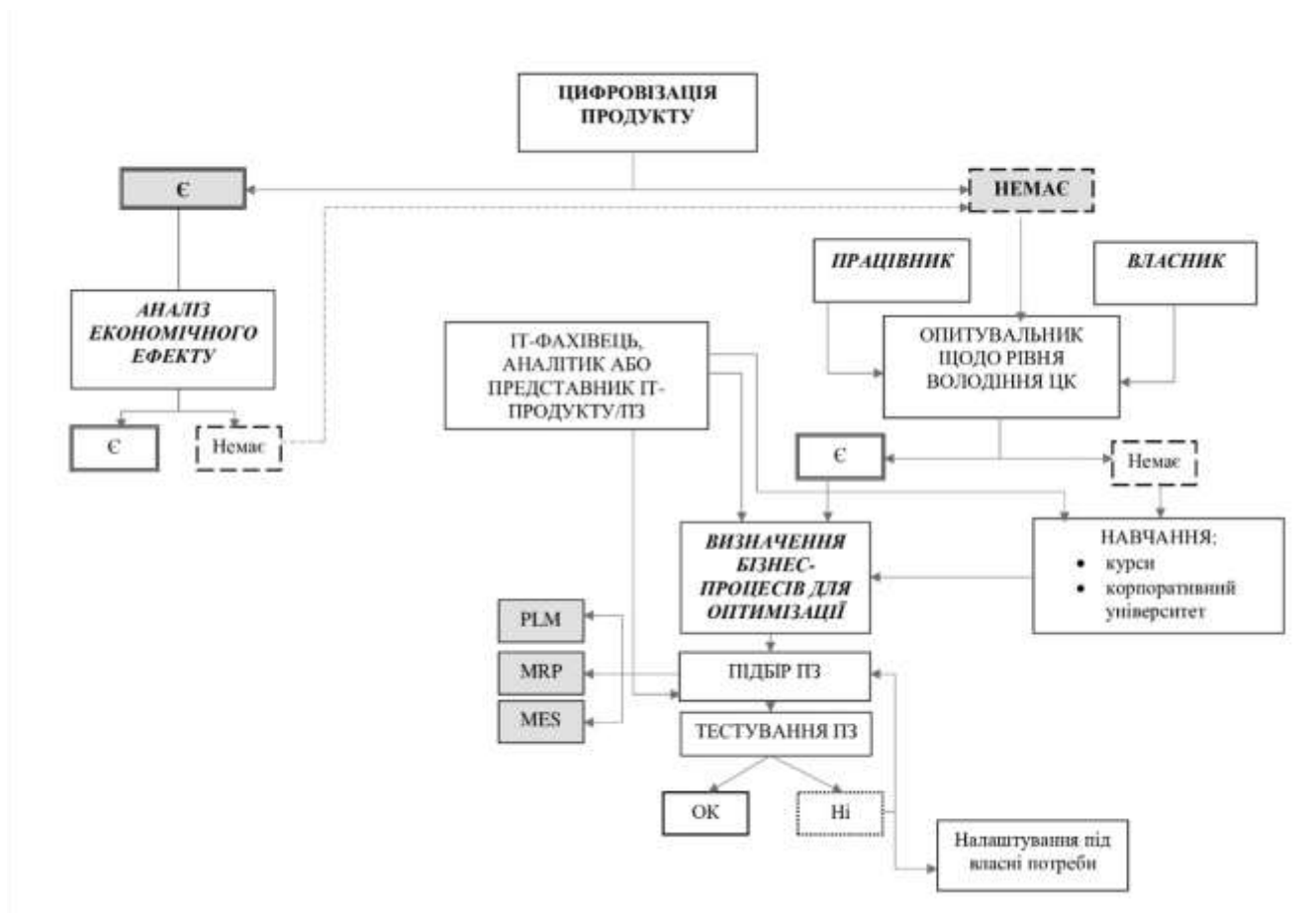


Рисунок 3.9 – Дорожня карта впровадження стратегії цифровізації продукту машинобудівних підприємств з інтеграцією розвитку людського капіталу
(сформовано автором)

Стратегія цифровізації підприємства. Стратегія цифровізації підприємства – це формування єдиної цифрової екосистеми підприємства на основі інтеграції всіх технологій в один простір. Вона базується на об'єднанні систем автоматизації конструкторських технологічних робіт та ERP систем з метою отримання додаткового ефекту.

Інтеграція PLM та інформаційних систем бізнес-процесів сприяє зростанню ефективності діяльності, забезпечує швидкість та прозорість ухвалення рішень. Інструментарій стратегії цифровізації підприємства – це алгоритми «інтелектуальної цифрової екосистеми», машинного навчання (ML) та штучного інтелекту (AI).

Для формування єдиної ІКТ-екосистеми підприємства застосовується об'єднання ERP- та PLM-систем, ERP та MES систем, MES та MRP, ERP та АСУТП тощо.

У світі в машинобудуванні активно використовуються технології 3D моделювання, мережі, які дозволяють використовувати сценарії розподіленої роботи з розробки та проектування, використання моделей штучного інтелекту (AI) для виявлення аномалій та помилок, моделювання оптимального використання промислових інструментів, алгоритми машинного навчання, які допомагають збирати та аналізувати дані в режимі реального часу та надавати клієнтам пропозиції щодо управлінських рішень, інформування технічного працівників про потребу в технічному обслуговуванні, а керівництва про збої у виробництві. Використання спектроскопічного аналізу для контролю показників виробництва в режимі реального часу та подальше перенесення результатів в хмару для їх оцінювання дозволяє підвищити якість виробництва, а також його ефективність.

Використання автономних безпілотників для реєстрації параметрів роботи технічних виробів дозволяє за допомогою датчиків здійснити аналіз їх працездатності, автоматизованого замовлення ремонту та обслуговування. Датчики забезпечують контроль за всіма елементами системи від освітлення до вентиляції. Передача параметрів в режимі реального часу операторам та власникам дозволяє здійснити аналіз проблем та сформувавши план технічного обслуговування (Seutter, 2019).

Впровадження стратегії цифровізації підприємства ґрунтується на поєднанні цифровізації бізнес-процесів та продукту (рис.3.10). Відбувається комплексна цифровізація, однак на її реалізацію необхідні значні інвестиції. У разі відсутності достатніх фінансових ресурсів можна розпочати зі стратегій цифровізації бізнес-процесів або цифровізації продукту, а після проходження навчання та тестування програмного забезпечення поступово переходити до повної цифровізації підприємства.

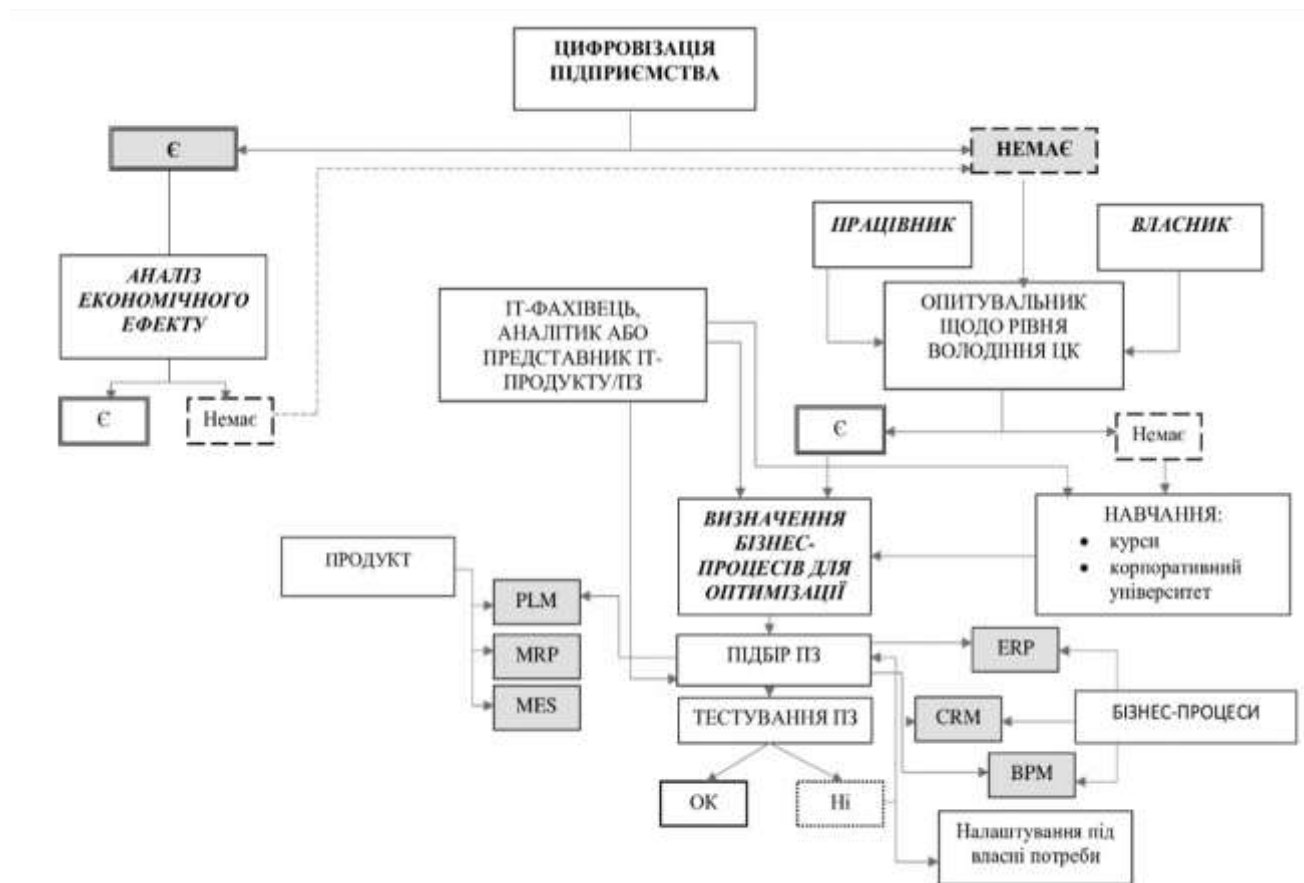


Рисунок 3.10 – Дорожня карта впровадження стратегії цифровізації підприємства машинобудівних підприємств з інтеграцією розвитку людського капіталу
(сформовано автором)

За сформованими дорожніми картами можна побачити взаємозв'язки між всіма стратегіями, важливість навчання як працівників, так і власників та можливості переходу від однієї стратегії на іншу.

Реалізація механізму проактивного розвитку людського капіталу машинобудівних підприємств на засадах цифровізації в перспективі створить для підприємств машинобудування позитивний ефект. Зокрема, забезпечить підвищення продуктивності праці та функціональності підприємств в умовах цифровізації економіки. У сукупності це сприятиме не тільки розвитку людського капіталу, а й зростанню прибутковості підприємств.

3.2 Верифікація цифрових компетентностей розвитку людського капіталу підприємств машинобудування у реалізації стратегій цифровізації

Згідно з представленим механізмом проактивного цифрового розвитку людського капіталу у підрозділі 3.1, цифрові компетентності працівників підприємств машинобудування мають відповідати сукупності стратегій: цифровізації бізнес-процесів; цифровізації продукту, цифровому підприємству, цифрового аутсорсингу.

На основі попередніх досліджень цифрові компетентності відповідно до їх призначення мають бути розподілені на базові та спеціальні.

Базові компетентності в умовах розвитку цифрової економіки сприймаються як обов'язковий елемент необхідних цифрових навичок. Важливість наявності базових компетентностей обумовлена їх здатністю забезпечувати швидкість та широту розвитку соціальних характеристик працівника підприємства як індивідуума. Попри відсутність прямої причетності до виконання функціональних зобов'язань, наявність базових цифрових компетентностей дозволяє формувати соціально-комунікативні стосунки між членами трудового колективу, формуючи *«ефект колективної цифрової компетенції»*, який проявляється у зростанні загального рівня цифрової компетентності персоналу та зниженні витрат підприємства на їх формування (розкрито автором у праці (Мельничук, 2023в)).

На основі аналізу джерел формування та відмінностей в оволодінні працівниками підприємства базовими цифровими компетентностями, можна узагальнити, що вони є функціонально залежними від якості загальної освіти працівника, самоосвіти, наявності спеціальної фахової або вищої освіти, світогляду та біологічних якостей індивідууму. Формалізований вигляд даної функціональної залежності має наступний вигляд:

$$BDC = f(G_E, P_E, S_E, W, B),$$

де BDC – базові цифрові компетентності працівника;

G_E – якість освіти;

P_E – наявність спеціальної фахової або вищої освіти;

S_E – наявність самоосвіти;

W – світогляд індивідууму;

B – біологічні якості індивідууму.

Враховуючи очевидність залежності загальної компетентності (GC) працівника від якості отриманих знань (G_E), особливо з математики, фізики та інформатики та здобутої спеціальності (P_E) в закладі спеціальної або вищої освіти, вбачаємо відсутність необхідності їх теоретичного доведення.

Щодо впливу світогляду (W) на загальні цифрові компетентності працівника, то, варто зазначити, що світогляд – це система поглядів, яка визначає, як людина бачить світ. Він включає в себе переконання, цінності та ідеали. Світогляд може бути сформований різними факторами: особистим досвідом, культурою, релігією та освітою. Він може бути потужним інструментом, який допомагає людям зрозуміти світ і ухвалювати рішення (Gergen K. & Gergen, M., 1986). Вплив світогляду на цифрові компетентності працівника має дуальний характер. З одного боку, світогляд (в частині знань, позитивний погляд на здобуття цифрових компетентностей, ставлення до виконання професійних зобов'язань тощо) кожного індивідуума впливає на вибір стратегії цифровізації, з іншого, впровадження стратегій цифровізації впливає на зміну світогляду персоналу підприємства, розширюючи межі їх знань, доповнюючи систему цінностей та переконань. Отже, чим вищий рівень знань, поглядів та переконань у необхідності цифровізації у кожного працівника підприємства, тим вищий рівень загальної компетентності підприємства.

Біологічні якості індивідуума (B) в концепції дослідження цифрових компетентностей працівників – це здатність оцінювати та аналізувати зовнішні зміни в машинобудуванні, їх причини та наслідки, позиціонувати свою та роль всіх працівників в системі цифрових трансформацій підприємства. Біологічна складова індивідуума продиктована його свідомістю, чим більша кількість працівників переконана в необхідності цифрових трансформацій, тим результативнішими є процеси впровадження цифрових технологій.

Спеціальні цифрові компетентності залежать від виду програмних продуктів, які забезпечують автоматизацію виробничих функцій та операцій на підприємстві. Спеціальні цифрові компетентності, у свою чергу, поділяються на функціональні та операційні.

Функціональна цифрова компетентність залежить від операційних цифрових компетентностей, сукупності бізнес-процесів на підприємстві, програмних продуктів. Обсяг та якість функціональних компетентностей працівників створює *«ефект цифрової функціональності»*. Формалізований вигляд залежності функціональних цифрових компетентностей має наступний вигляд:

$$FDC = f(O_C, BP, PP_F),$$

де FDC – функціональні цифрові компетентності працівника;

O_C – операційні цифрові компетентності;

PP_F – функціональні програмні продукти.

Операційні цифрові компетентності є функцією унікальності програмного продукту, що використовується на підприємстві, базових компетентностей, фахової та повної вищої освіти, практичного досвіду використання цифрових компетентностей, особливостей виробничих процесів. Цю функціональну залежність можна представити таким чином:

$$ODC = f(PP_U, BDC, PE, P_{pr}),$$

де ODC – операційні цифрові компетентності працівника;

PP_U – унікальність програмного продукту;

BDC – базові цифрові компетентності працівника;

P_E – наявність спеціальної фахової або вищої освіти;

PE – практичний досвід використання цифрових компетентностей

P_{pr} – особливості виробничих процесів.

Наявність у персоналу підприємства операційних цифрових компетентностей формує *«ефект цифрової унікальності»*.

Ухвалення рішення про вибір способу забезпечення підприємства працівниками відповідних цифрових компетентностей залежить від стратегії

цифровізації. Саме цифрові технології забезпечують виконання функціональних дій, спрямованих на реалізацію поставлених цілей або є продуктом власного виробництва підприємства машинобудування (цифрового сервісу). Кожна із стратегій розвитку підприємства обумовлює відповідні вимоги до цифрових компетентностей працівників.

Досліджені стратегії цифровізації та цифрові компетентності працівників і власника мають систему прямих та обернених взаємовідносин. Так, з одного боку, кожна із них вимагає наявності відповідних знань і умінь робітників, з другого – лише ті, які володіють достатніми компетентностями, здатні продукувати стратегії цифровізації на підприємстві. Впровадження стратегій цифровізації 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 впливу на стратегії цифровізації на цифрові компетентності працівників застосовано результати експертного опитування керівників підприємств, які представлені в публічних та наукових виданнях (Федак, 2018; Економічна правда, 2020; Ліга Закон, 2023) та використано математичний інструментарій для їх агрегування й інтерпретації. Для реалізації поставленого завдання використано метод аналізу ієрархій, яка дозволяє кількісно оцінити результати експертного опитування (Saaty, 2017). Практичне використання цього методу для ухвалення рішень описане в (Марченко & Шутюк, 2018). Спираючись на методику, яка практично реалізована в цих публікаціях, нижче буде представлено 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 із сформованих стратегій цифровізації на формування цифрових компетентностей працівників, що дозволить підвищити ефективність його використання.

З урахуванням поставленої мети, критеріями формування цифрових компетентностей персоналу є:

- отримання ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників (*BDC*);
- отримання ефекту унікальності від використання операційних цифрових компетентностей працівників (*ODC*);
- отримання ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей працівників (*FDC*);
- отримання ефекту впливу власника від цифрових компетентностей власника (*OwnerDC*).

Ці критерії можуть мати різний ступінь 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 компетентності працівників підприємства не формуються без виробничої потреби, а вони є результатом впровадження відповідних цифрових стратегій. При цьому реалізація кожної цифрової стратегії обумовлює різну потребу у розвитку груп цифрових компетентностей, а також отримання відповідних ефектів від їх застосування.

Ієрархічну модель залежності цифрових стратегій та формування цифрових компетентностей працівників наведено на рис. 3.11.

Проведемо попарне порівняння критеріїв за принципом оцінювання важливості одного із критеріїв відносно до іншого за шкалою, запропонованою Т. Сааті (Saaty, 2017).

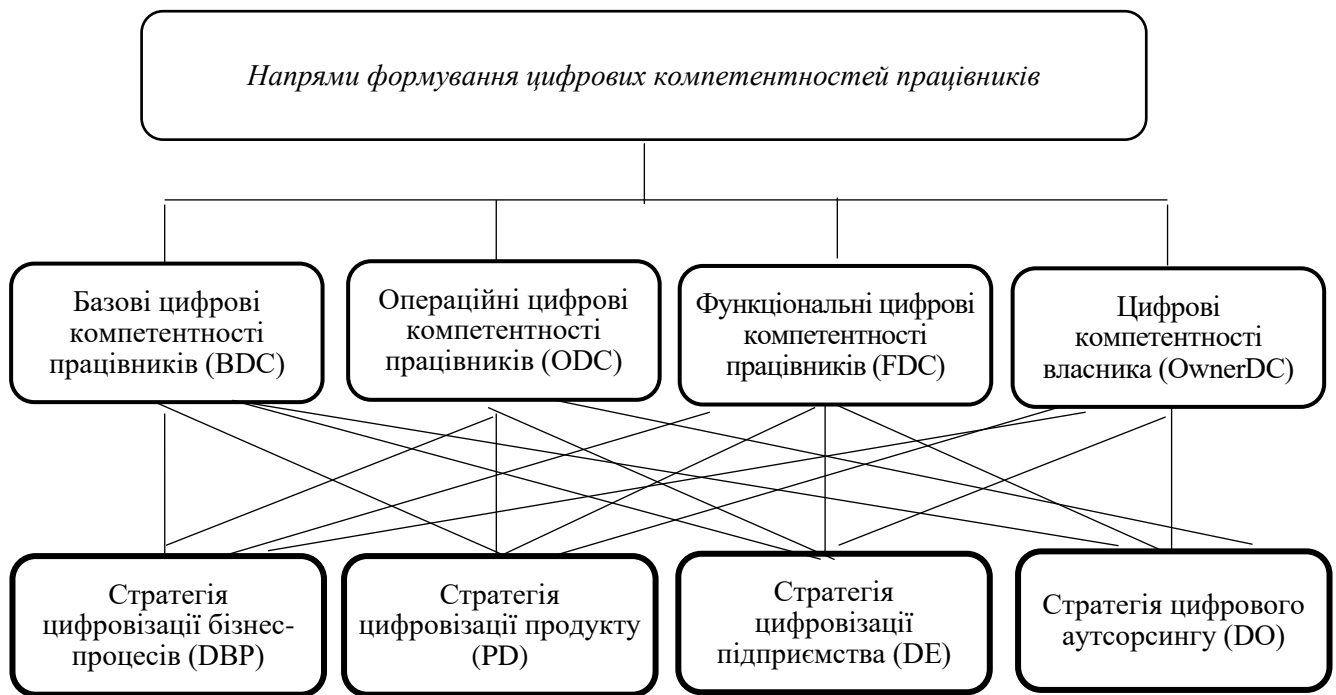


Рисунок 3.11 – Ієрархічна модель залежності цифрових стратегій та цифрових компетентностей персоналу

(складено автором)

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 «Отримання ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників»;

ODC^k – критерій «Отримання ефекту унікальності від використання операційних цифрові компетентності працівників»;

FDC^k – критерій «Отримання ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей працівників»;

$OwnerDC^k$ – критерій «Отримання ефекту впливу власника від цифрових компетентностей власника»;

N_rVP – нормалізований вектор пріоритетів.

Для субкритеріїв (цифрових стратегій) розрахунок середнього геометричного проводився аналогічно згідно загальноприйнятої формули.

Вагу кожного критерію визначено як нормалізований вектор пріоритетів (N_rVP) (Saaty, 2017; Марченко&Шутюк, 2018):

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

де k_i – i -й критерій;

n – кількість критеріїв

Достовірність сформованої матриці та розрахунку нормалізованих векторів пріоритетів підтверджується відношенням узгодженості (C_r), для розрахунку якого визначається найбільше власне число матриці (λ_{\max}), індекс узгодженості (I_C) у в обернено-симетричній матриці (Марченко&Шутюк, 2018).

Власне число матриці розраховується як (Марченко&Шутюк, 2018):

$$\begin{aligned} \Lambda_{\max} = & \sum \text{елементів 1 – го стовбця} \times \text{1 – й компонент } N_rVP \\ & + \sum \text{елементів 2 – го стовбця} \times \text{2 – й компонент } N_rVP \\ & + \dots + \sum \text{елементів } n – \text{го стовбця} \times \text{}n – \text{й компонент } N_rVP \end{aligned}$$

Індекс узгодженості показує відхилення максимального власного числа від розмірності матриці (Saaty, 2017; Марченко&Шутюк, 2018):

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

де I_C – індекс узгодженості;

λ_{\max} – найбільше власне число матриці, $\lambda_{\max} \geq n$

Відношення узгодженості розраховується на співвідношенні індекс узгодженості та показник випадкової узгодженості (Saaty, 2017; Марченко&Шутюк, 2018):

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

де C_r – відношення узгодженості;

I_C – індекс узгодженості;

I_{RC} – показник випадкової узгодженості.

Для встановлення показника випадкової узгодженості, який визначається теоретично, коли оцінки в матриці представлені випадковим чином, і залежить

тільки від розміру матриці. Застосовано спеціалізовану матрицю значень (табл 3.4).

Таблиця 3.4 – 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

Сформовано на основі (Saaty, 2017; Марченко&Шутюк, 2018):)

На основі представленої методики розрахуємо відповідні показники із застосуванням попарного порівняння. Насамперед визначимо наведені вище показники для цифрових компетентностей працівників (табл.)

Таблиця 3.5 – Матриця попарних порівнянь критеріїв (цифрових компетентностей працівників) та розрахунок їх нормалізованого вектора пріоритетів (N_rVP)

	BDC^k	ODC^k	FDC^k	$OwnerDC^k$	G_k	N_rVP
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
λ_{\max}	4,191					
I_c	0,063					
C_r	0,070					

Примітка: BDC^k – критерій «Отримання ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників»; ODC^k – критерій «Отримання ефекту унікальності від використання операційних цифрових компетентностей працівників»; FDC^k – критерій «Отримання ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей працівників»; $OwnerDC^k$ – критерій «Отримання ефекту впливу власника від цифрових компетентностей власника»; N_rVP – нормалізований вектор пріоритетів; λ_{\max} – найбільше власне число матриці; I_c – індекс узгодженості; C_r – відношення узгодженості

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

Застосування методу попарних порівнянь для субкритеріїв за кожним із обраних критеріїв дозволило виявити вагу кожного із них в реалізації (табл. 3.6 – 3.8).

Таблиця 3.6 – Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Отримання ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників (*BDC*)»

	DBP^k	PD^k	DE^k	DO^k	G_k	N_rVP
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
λ_{\max}	4,11					
I_C	0,04					
C_r	0,04					

Примітка: DBP^k – критерій «Стратегія цифровізація 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; λ_{\max} – найбільше власне число матриці; I_C – індекс узгодженості; C_r – відношення узгодженості
Складено та розраховано автором

Згідно з розрахунками, розвиток базових компетентностей працівників має:

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

Згідно з побудованою матрицею попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Операційні цифрові компетентності працівників (*ODC*)» до розвитку операційних цифрових компетентностей висуваються такі вимоги (табл. 3.7):

- найбільші при реалізації стратегії цифровізації продукту (35%) та цифровізація підприємства (30%);
- найменші – за стратегії цифрового аутсорсингу (10 %);
- середніх між вищим та нижчим значеннями набувають для стратегії цифровізації підприємства (30%) та цифровізація бізнес-процесів (25%)

Таблиця 3.7 – Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Отримання ефекту унікальності від використання операційних цифрові компетентності працівників (ODC)»

	DBP^k	PD^k	DE^k	DO^k	G_k	N_rVP
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
λ_{\max}	4,06					
I_C	0,02					
C_r	0,02					

Примітка: DBP^k – критерій «Стратегія цифровізація 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; λ_{\max} – найбільше власне число матриці; I_C – індекс узгодженості; C_r – відношення узгодженості
Складено та розраховано автором

Побудуємо матрицю попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Функціональні цифрові компетентності працівників (FDC)» (табл.3.8)

Таблиця 3.8 – Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм ««Отримання ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей 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
λ_{\max}	4,13					
I_C	0,04					
C_r	0,05					

Примітка: DBP^k – критерій «Стратегія цифровізація 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; λ_{\max} – найбільше власне число матриці; I_C – індекс узгодженості; C_r – відношення узгодженості
Складено та розраховано автором

Близько 50% від загального впливу на розвиток функціональних цифрових компетентностей працівників має впровадження стратегії цифровізації всього підприємства (див. табл.3.9). Реалізація інших трьох стратегій значно поступається в їх вимогах до наявності функціональних компетентностей працівників.

Як було зазначено в попередніх розділах, 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 та 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.

За даними оцінювання, найбільший вплив на розвиток цифрових компетентностей власника (табл. 3.22) має реалізація стратегії цифровізації підприємства (39%), найменший – цифровий аутсорсинг (14%).

Таблиця 3.9 – Матриця попарних порівнянь для субкритеріїв за критерієм «Отримання ефекту впливу власника від цифрових компетентностей 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
λ_{\max}	4,06					
I_C	0,02					
C_r	0,02					

Примітка: DBP^k – критерій «Стратегія цифровізація 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; λ_{\max} – найбільше власне число матриці; I_C – індекс узгодженості; C_r – відношення узгодженості
Складено та розраховано автором

Розрахунок підсумкових значень глобальних пріоритетів альтернатив наведено в табл. 3.10.

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 висувуються при впровадженні стратегії цифрового аутсорсингу.

Таблиця 3.10 – 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				

Примітка: $Prior$ – підсумковий коефіцієнт значущості; DBP^k – критерій «Стратегія цифровізація бізнес-процесів»; PD^k – критерій «Стратегія цифровізації продукту»; DE^k – критерій «Стратегія цифровізації підприємства»; DO^k – критерій «Стратегія цифрового аутсорсингу»; BDC^k – критерій «Отримання ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників»; ODC^k – критерій «Отримання ефекту унікальності від використання операційних цифрові компетентності працівників»; FDC^k – критерій «Отримання ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей працівників»; $OwnerDC^k$ – критерій «Отримання ефекту впливу власника від цифрових компетентностей власника»; I_c – індекс узгодженості; C_r – відношення узгодженості
Складено та розраховано автором

Порівняння глобальних пріоритетів стратегічних альтернатив дозволяє візуалізувати рівень ефектів, які необхідні для реалізації тієї чи іншої стратегії цифровізації на підприємствах машинобудування (рис. 3.12). За цими даними можна зробити висновок, що цифрові компетентності працівників підприємств машинобудування формуються для реалізації його стратегії цифровізації. Чим більше проникнення цифровізації в процеси діяльності підприємства, тим вищий рівень цифрових компетентностей.

Групування пріоритетів цифрових стратегій за кожною із 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 компетентності виконавців робіт, процесів, пов'язаних з виробництвом продукту.

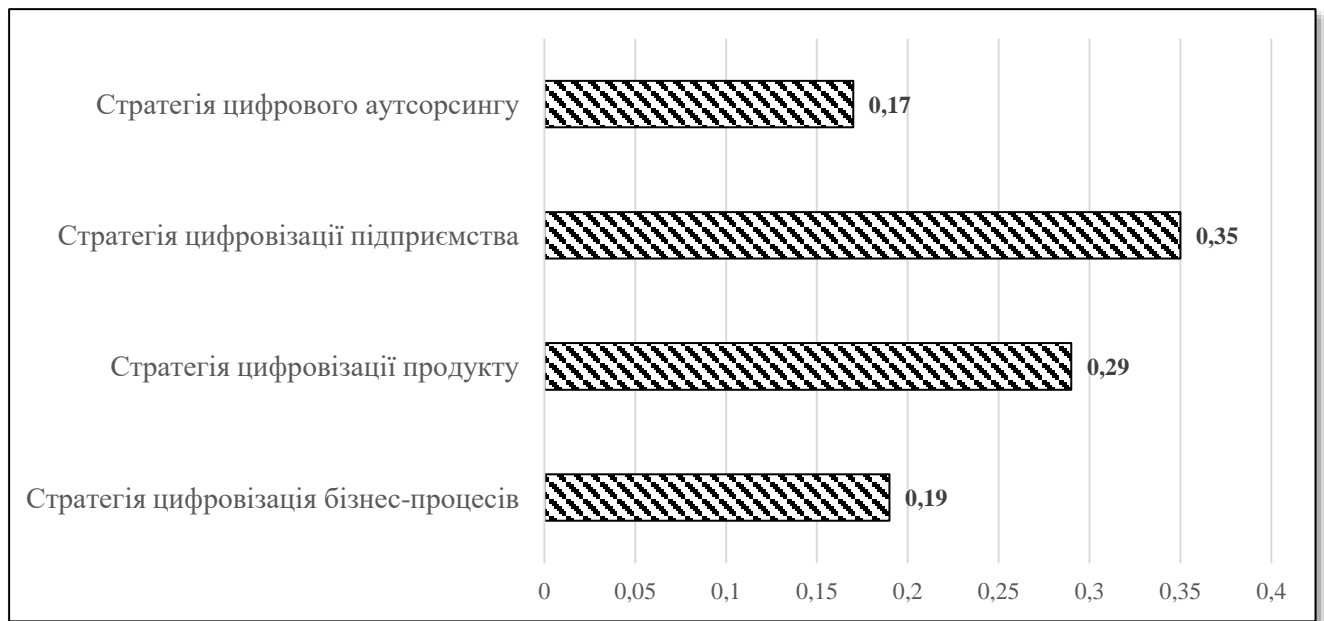


Рисунок 3.12 – Глобальні пріоритети (*Prior*) стратегічних альтернатив у розвитку цифрових компетентностей працівників підприємства машинобудування

(складено та розраховано автором)

Результати представленого дослідження виявили тісний взаємозв'язок між необхідними цифровими компетентностями різних груп працівників підприємства машинобудування та цифровими стратегіями. Кожна із цифрових стратегій реалізується лише за умови наявності працівників, здатного до її впровадження. Чим більші масштаби та глибина проникнення цифрових технологій у діяльність підприємства, тим вищими цифровими компетентностями повинен володіти його людський капітал.

Для виявлення ефектів кожної із групи цифрових компетентностей у реалізації стратегій цифровізації підприємств машинобудування здійснено структурування пріоритетів цифрових компетентностей для кожної із стратегій. У результаті ідентифіковано вимоги до видів цифрових компетентностей для кожної із стратегій та здійснено групування за вимогами до їх обсягу (рис. 3.13). Згідно з отриманими даними, кожна з цифрових стратегій потребує певного набору цифрових компетентностей, що має різний рівень ефекту. Він є вагомим для реалізації стратегії цифровізації підприємства, а от для стратегії цифрового аутсорсингу, компетентності працівників підприємства є не такий важливий.

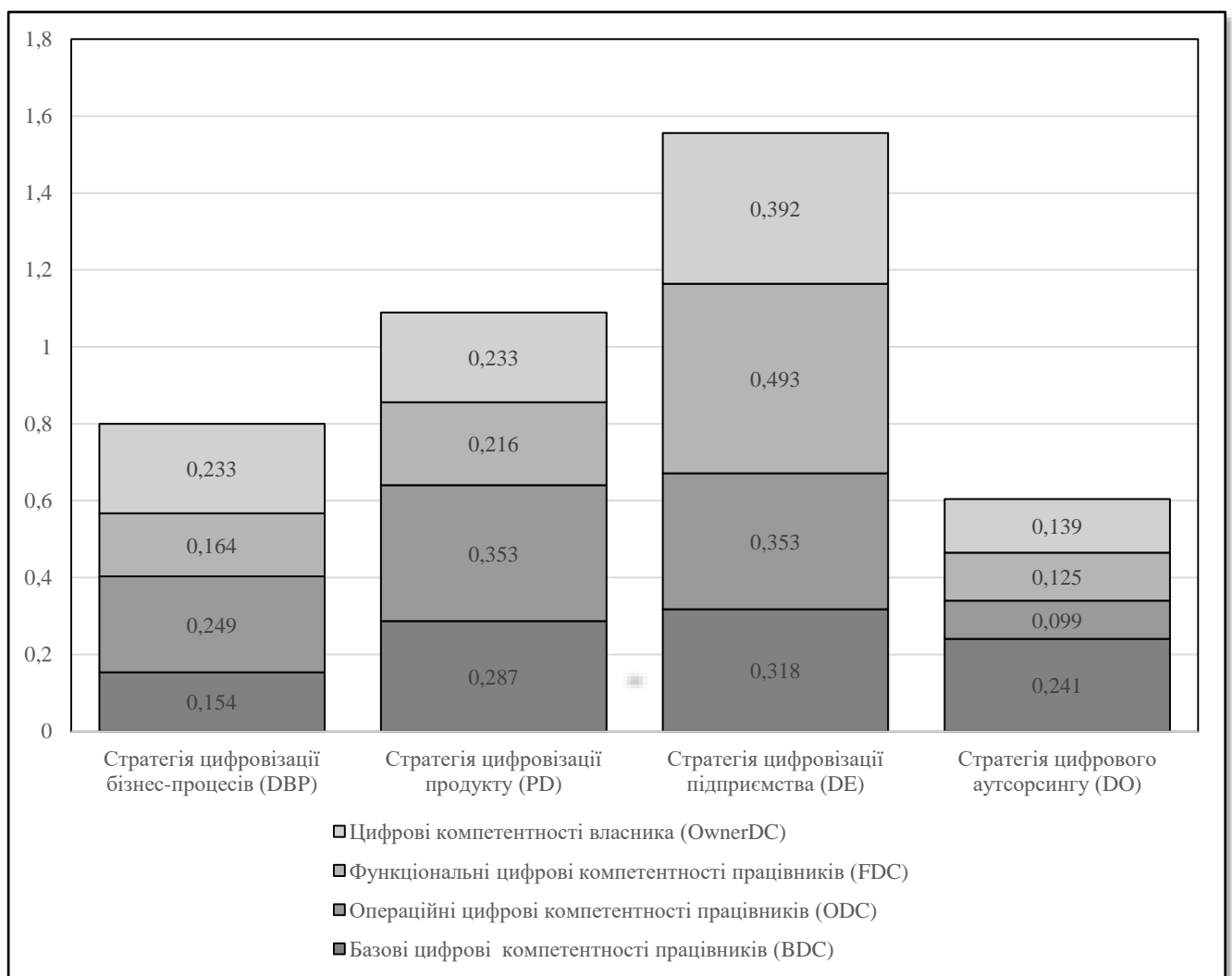


Рисунок 3.13 – Вплив цифрових компетентностей працівників підприємства машинобудування у розрізі ефектів впливу на реалізацію цифрових стратегій
(розраховано та складено автором)

Як показали результати проведеного обстеження, у машинобудуванні спеціальні цифрові компетентності повинні бути елементом професійної компетентності спеціаліста відповідного рівня управління. Для кожного з них існують вимоги щодо володіння відповідними цифровими навичками. Здебільшого такі компетентності потребують спеціальної підготовки шляхом здобуття знань та формування навичок для їх застосування (табл.3.11).

Таблиця 3.11 – Функціональні та операційні цифрові компетентності працівників підприємства машинобудування

Посада	Програмне забезпечення (ПЗ)	Компетентності користувача ПЗ
<i>Функціональні цифрові компетентності</i>		
Директор департаменту	Navkolo, A5 ERP, SAP, Oracle, MRP, ДЕБЕТ Плюс, IT-Enterprise, BAS	Стратегічний та оперативний контроль виконання всіх видів планів Контроль реалізації бізнес-процесів та виконання бізнес-функцій
Технолог виробництва	Navkolo, A5 ERP, IT-Enterprise, BAS	Планування виробництва Нормування витрат
Менеджер проектів	SAP	Планування робіт за проектом Закріплення робіт за виконавцями Календарний графік проекту Планування та розподіл ресурсів Управління ефективністю продажів
Працівник відділу кадрів	Hurma System SAP	Управління досвідом співробітників Основні процеси управління персоналом і розрахунок заробітної плати Управління талантами HR-аналітика та планування
<i>Операційні цифрові компетентності</i>		
Інженер	SolidWorks, Windows, Linux , Office, Autocad, Coreldraw, Adobe Illustrator P-Cad,Altium Solid Edge	Конструкторське моделювання Проектування вузлів, деталей, виробів Графічне зображення

Складено автором

Одним з інструментів для визначення потреби в обсязі цифрових компетентностей та вибору способу її задоволення пропонується створення внутрішньокорпоративної рамки цифрової компетентності для підприємства машинобудування. Вона може бути сформована за трьома рівнями вимог: базові, операційні та функціональні компетентності.

Базовий рівень цифрових компетентностей персоналу машинобудівного підприємства повинен відповідати Рамці цифрових компетентностей для громадян України або DigComp UA for Citizens 2.1 (Міністерство цифрової трансформації, 2021). Вона включає 6 сфер, 30 компетентностей та 6 рівнів володіння цифровими компетентностями (табл. 3.12).

Таблиця 3.12 – Узагальнена структура рамки цифрових компетентностей для громадян України (базові цифрові компетентності)

Сфери компетентності	Назви компетентності
1	2
Основи комп'ютерної грамотності (BDC-1)	Використання комп'ютерних та мобільних пристроїв Використання базового ПЗ Використання застосунків та прикладного ПЗ Використання Інтернету та онлайн застосунків Управління цифровою ідентичністю
Інформаційна грамотність, уміння працювати з даними (BDC-2)	Перегляд, пошук і фільтрація даних, інформації та цифрового контенту Критичне оцінювання та інтерпретація даних, інформації та цифрового контенту. Перевірка надійності джерел Управління даними, інформацією та цифровим контентом Реалізація власних запитів за допомогою цифрових технологій Самореалізація у цифровому суспільстві
Створення цифрового контенту (BDC-3)	Розробка цифрового контенту Редагування та інтеграція цифрового контенту Авторське право і ліцензії Первинні навички програмування Творче використання цифрових технологій
Комунікація та взаємодія у цифровому суспільстві (BDC-4)	Комунікація за допомогою цифрових технологій Поширення та обмін даними за допомогою цифрових технологій Співпраця за допомогою цифрових технологій Цифрове громадянство. Використання е-послуг. Е-підпис Відповідальність. Правові та етичні норми. Мережевий етикет
Безпека в цифровому середовищі (BDC-5)	Захист пристроїв та безпечне підключення до мережі Інтернет Захист персональних даних і приватності. Безпека в інтернеті Захист особистих прав споживача від шахрайства та зловживань Захист здоров'я і благополуччя Захист навколишнього середовища
Розв'язання проблем у цифровому середовищі та навчання впродовж життя (BDC-6)	Розв'язання технічних проблем Визначення потреб та їх технологічне вирішення Самооцінка рівня власної цифрової компетентності, усунення прогалин Вирішення життєвих проблем за допомогою цифрових технологій Навчання впродовж життя. Професійний саморозвиток у цифровому середовищі

Сформовано на основі (Міністерство цифрової трансформації, 2021)

Стратегії цифровізації підприємств машинобудування потребують необхідний набір цифрових компетентностей працівників. Рамка цифрових функціональних компетентностей людського капіталу – це набір необхідних навичок та вмінь користувача ІТ технологіями, які забезпечують виконання професійних функцій. Сформуємо таку рамку для навичок і вмінь менеджерів функціональних рівнів управління: начальників відділів, департаментів, проектів. Узагальнену структуру рамки функціональних компетентностей представлено в табл.3.13.

Таблиця 3.13 – Контур узагальненої структури рамки цифрових функціональних компетентностей працівників підприємства машинобудування

Сфери компетентності	Назви компетентності
1	2
Управлінські навички (FDC-1)	Цифрове управління компетентностями персоналу Формування матриці цифрових компетентностей Використання технологій планування завдань Формування програми управління цифровим навчанням Організація безпеки цифрової діяльності персоналу Використання цифрових технологій для виконання управлінських функцій Тайм-менеджмент Використання ІТ технологій для стратегічного планування розвитку бізнес функцій Використання технологій цифрового документування
Розробка правил поведінки щодо користування ІТ технологіями (FDC-2)	Розробка правил користування різнотипними пристроями Розвиток нових форм цифрових комунікацій
Контроль і безпека (FDC-3)	Контроль «технологічних інструкцій користувача» Безпека виконання бізнес-функцій Контроль етики комунікацій
Аналіз та оцінювання (FDC-4)	Володіння технологіями та методами, аналізу та обробки великої кількості даних Забезпечення точності і безпечних даних Використання технологій візуалізації процесів та операцій
Комунікація (FDC-5)	Вибір технологій та налагодження процесів внутрішньогрупової та міжгрупової комунікації Організація процесів передачі даних

Розроблено автором

Бізнес-функція, бізнес-процес підприємства є сукупністю операцій, взаємодія та інтеграція яких реалізує завдання кожного із його функціональних підрозділів. Однак цифрові технології, які використовують виконавці операційних

дій, можуть відрізнятися широтою функціоналу та більшою деталізацією технологічних операцій. Цифрові компетентності виконавця технологічних операцій відрізняються більшою спеціалізованістю у виконанні дій (табл. 3.14).

Таблиця 3.14 – Контур узагальненої структури рамки цифрових операційних компетентностей працівників підприємств машинобудування

Сфери компетентності	Назви компетентності
Операційна (ODC-1)	Програмування, проектування, моделювання і робота зі штучним інтелектом Використання систем автоматизації та ІТ технологій для виконання операційних задач Користуватися віддаленими базами даних, стандартами
Оптимізаційна (ODC-2)	Встановлення, оцінювання та аналіз індикаторів ефективності операційних ІТ технологій Аналіз «критичних точок» технологічної операції Підтримка функціональності програмного забезпечення
Безпека (ODC-3)	Безпека виконання технологічних операцій
Самостійність та відповідальність (ODC-4)	Забезпечення якості виконання операцій

Розроблено автором

Враховуючи вплив цифрових компетентностей на реалізацію цифрових стратегій підприємства, сформуємо комплексну рамку цифрових функціональних стратегій для впровадження кожної з них.

У табл. 3.15 узагальнено мінімальний набір компетентностей, якими мають володіти працівники (*W*) та власник (*Owner DC*), який за методом експертних оцінок було відібрано підприємствами.

За цією матрицею можемо зазначити, що для впровадження стратегії цифрових бізнес-процесів, не є обов'язковою наявність операційних цифрових компетентностей, тоді як для впровадження стратегії цифровізації продукту необхідна наявність не лише операційних цифрових компетентностей, а й функціональних, які пов'язані з безпекою та аналізом процесів. Рівень глибини проникнення цифрових технологій співпадає з проведеним вище попарним порівнянням критеріїв.

Таблиця 3.15 – Матриця співвідношення цифрових компетентностей та стратегій для цифровізації підприємств машинобудування

Назва компетентності	Цифровізація бізнес-процесів (DBP)		Цифровізація продукту (PD)		Цифровізація підприємства (DE)		Цифровий аутсорсинг (DO)	
	W	Owner DC	W	Owner DC	W	Owner DC	W	Owner DC
<i>Базові цифрові компетентності (BDC)</i>								
Основи комп'ютерної грамотності	+	+	+	+	+	+	+	+
Інформаційна грамотність, уміння працювати з даними	+	+	+	+	+	+	+	+
Створення цифрового контенту	-	+	-	+	+	+	-	-
Комунікація та взаємодія у цифровому суспільстві	+	+	+	+	+	+	-	+
Безпека в цифровому середовищі	-	+	-	+	+	+	+	+
Розв'язання проблем у цифровому середовищі та навчання впродовж життя	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Функціональні цифрові компетентності (FDC)</i>								
Управлінські навички	+	+	-	+	+	+	-	+
Розробка правил поведінки щодо користування ІТ технологіями	-	+	-	+	-	+	-	-
Контроль і безпека	-	+	+	+	+	+	-	+
Аналіз та оцінювання	-	+	+	+	+	+	-	-
Комунікація	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Операційні цифрові компетентності (ODC)</i>								
Операційна	-	+	+	+	-	+	-	-
Оптимізаційна	-	+	+	+	+	+	-	-
Безпека	-	+	+	+	-	+	-	-
Самостійність та відповідальність	-	+	+	+	-	+	-	+
I_{dc}	0,4	1	0,6	1	0,73	1	0,26	0,53

Примітка: W – працівник, Owner DC – цифрові компетентності власника

Складено автором

Виокремлено *Індекс цифрової компетентності* (I_{dc}) для кожної із стратегій, який вказує в якому діапазоні повинна бути загальна кількість цифрових компетентностей для можливості впровадження на підприємстві тої чи іншої стратегії.

$$I_{dc} = \frac{BDC + FDC + ODC}{n}$$

Формальний вираз індекса розкриємо у рис.3.14

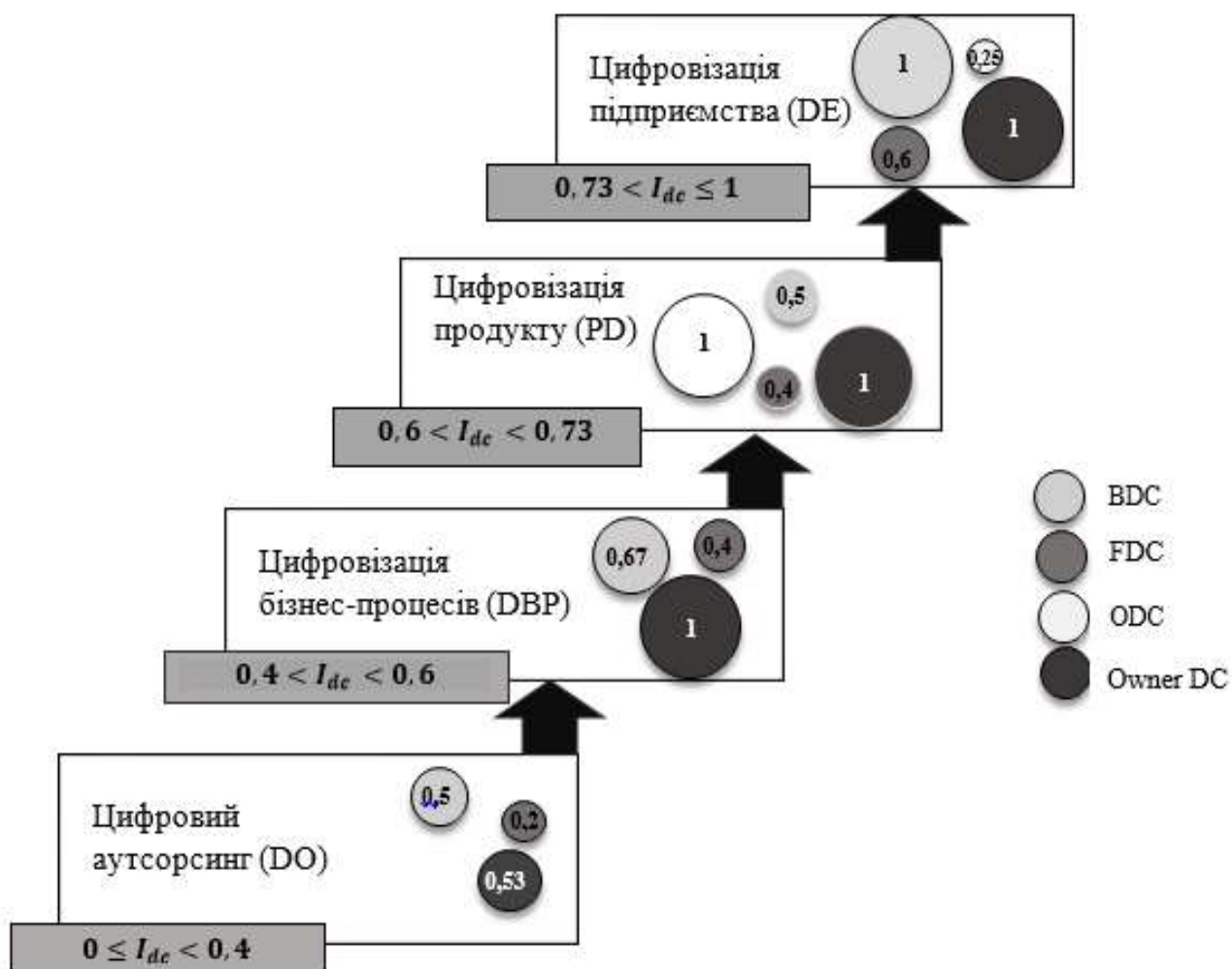


Рисунок 3.14 – Індеси цифрової компетентності у відповідності до цифрових стратегій
(сформовано автором)

Ураховуючи проведенне дослідження, сформуємо відповідні рамки цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегій цифровізації (табл.; Додаток Ж, табл. Ж.1-Ж.3).

Отже, запропоновані проекти рамки цифрових компетентностей відповідають реальним потребам цифрової трансформації підприємств машинобудування та реалізують стратегічну направленість становлення цифрової економіки України.

Таблиця 3.16 – Рамка цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегії цифровізації бізнес-процесів

Код	Працівник (W)	Власник (Owner)
<i>Базові цифрові компетентності (BDC)</i>		
BDC-1	Використання комп'ютерних та мобільних пристроїв Використання базового ПЗ Використання Інтернету та онлайн застосунків	Використання застосунків та прикладного ПЗ
BDC-2	Перегляд, пошук і фільтрація даних, інформації та цифрового контенту Перевірка надійності джерел. Реалізація власних запитів за допомогою ЦТ	Критичне оцінювання та інтерпретація даних, інформації та цифрового контенту Управління даними та цифровим контентом
BDC-3		Розробка цифрового контенту Редагування та інтеграція цифрового контенту Авторське право і ліцензії
BDC-4	Комунікація за допомогою цифрових технологій Поширення та обмін даними за допомогою цифрових технологій Співпраця за допомогою цифрових технологій	Е-підпис Відповідальність. Правові та етичні норми
BDC-5		Захист пристроїв та безпечне підключення до мережі Захист персональних даних і приватності.
BDC-6	Самооцінка рівня власної ЦК, усунення прогалин Професійний саморозвиток у цифровому середовищі	Розв'язання технічних проблем Визначення потреб та їх технологічне вирішення
<i>Функціональні цифрові компетентності (FDC)</i>		
FDC-1	Використання технологій планування завдань Використання ЦТ для виконання управлінських функцій Тайм-менеджмент Використання технологій цифрового документування	Цифрове управління компетентностями ЛК Формування матриці ЦК Формування програми управління цифровим навчанням Організація безпеки цифрової діяльності персоналу
FDC-2		Розробка правил користування різнотипними пристроями Розвиток нових форм цифрових комунікацій
FDC-3		Безпека виконання бізнес-функцій
FDC-4		Використання технологій візуалізації процесів та операцій
FDC-5	Організація процесів передачі даних	Вибір технологій та налагодження процесів внутрішньогрупової та міжгрупової комунікації
<i>Операційні цифрові компетентності (ODC)</i>		
ODC-1		Користуватися віддаленими базами даних, стандартами
ODC-2		Аналіз «критичних точок» технологічної операції
ODC-3		Безпека виконання технологічних операцій
ODC-4		Забезпечення якості виконання операцій

Сформовано автором

3.3 Прогностичне моделювання економічних ефектів розвитку людського капіталу для підприємств машинобудування

Людський капітал як один з ключових продуктивних ресурсів має сприяти економічному зростанню. Для підприємств є важливим не тільки визначати ефекти розвитку людського капіталу, але й прогнозувати їх для варіювання долучень у процеси розвитку. Реалізація розробленого механізму проактивного розвитку, інструментарій поглиблення та імплементації цифрових компетентностей, інші заходи підвищення продуктивної значущості людського капіталу повинні забезпечувати покращення економічної ефективності діяльності підприємства.

В умовах обмеженості ресурсів, для підприємств машинобудування обрання провідного складника економічного забезпечення розвитку людського капіталу має вагоме значення, що потребує розроблення відповідного методичного підходу. Обрання важеля економічного забезпечення на основі прогностичного моделювання ефектів пропонується здійснювати у такій послідовності:

1. Визначення впливу на людський капітал економічних показників. Якщо вони підвищуватимуться в умовах цифровізації економіки, то можуть зростати умови забезпечення розвитку людського капіталу;
2. З'ясування залежності показника вартості людського капіталу від зміни важеля економічного забезпечення умов розвитку;
3. Прогнозування зміни чистого доходу підприємства за обрання моделі економічного забезпечення розвитку людського капіталу;
4. Обрання відповідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу, за якого досягається максимально можливий прогнозований позитивний результат у вигляді чистого доходу.

1. Визначення впливу на людський капітал економічних показників. Серед чинників, які обрано та обґрунтовано в попередніх розділах, що впливають на розвиток людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки і формують умови його забезпечення, виокремлено:

- середньорічну оплату праці на одну особу, тис. грн/особу (X_1). З одного боку, залучення робітників з вищою кваліфікацією у сфері цифрових компетентностей потребує вищої оплати праці, з іншого боку – працівники підприємств повинні бути вмотивовані на навчання цифровим компетентностям відповідним підвищенням заробітної плати. Крім того, робітники зазначеного кваліфікаційного рівня мають більшу ймовірність бути працевлаштованими та меншу – бути звільненими;
- фондоозброєність на базі цифрових технологій та програмного забезпечення, тис. грн/люд (X_2). Закупівля програмного забезпечення та цифрових технологій дає можливість здійснити переоснащення виробничо-економічної системи і створити умови праці для працівників вищої кваліфікації;
- інвестиції на одну особу, тис. грн. (X_3). Інвестиційні вкладення у цифровий розвиток людського капіталу передбачають фінансування професійного навчання, придбання цифрових симуляторів і створення спеціалізованого корпоративного університету.

На основі даних за зазначеними трьома показниками здійснимо кореляційно-регресійний аналіз для виявлення впливу на умови розвитку людського капіталу.

Знайдемо економетричні залежності між зазначеними показниками та показником вартості людського капіталу. Для цього врахуємо, що з передумови регресійного аналізу про вимогу максимального рангу випливає, що число наявних спостережень кожної з незалежних та залежних змінних повинно перевищувати кількість пояснюючих змінних (регресорів) на 1 (Капустян & Жуковська, 2021). Отже, за наявності чотирьох спостережень може бути максимум два регресанда. При існуванні достатньо тісних лінійних статистичних зв'язків між незалежними змінними виникає так звана реальна, або часткова, мультиколінеарність (Капустян.& Жуковська, 2021). Регресійна модель може виявитися значущою за F -критерієм, але рівняння регресії в такому випадку, як правило, не має реального змісту, оскільки деякі з його коефіцієнтів можуть мати неправильні, з точки зору економічної теорії, знаки та невиправдано великі значення (Капустян &

Жуковська, 2021). Враховуючи значення показників, представлених у розділі 2, визначимо кореляційний зв'язок між показниками, що належать до умов забезпечення результативності людського капіталу та людським капіталом за обраними для прогнозування підприємствами машинобудування (табл. 3.17)

Таблиця 3.17– Кореляційно-регресійний зв'язок показників що належать до умов забезпечення результативності людського капіталу та людським капіталом підприємств машинобудування

Назва підприємства	Коефіцієнт кореляції, r			Регресійна залежність	
	Середньо-річна оплата праці на особу ($X1$)	Фондо-озброєність ($X2$)	Інвестиції на одну особу ($X3$)		
АТ «Елміз»	-0,913	0,958	-0,560	$H = 6046 - 14.05 X1$	$H = 936 + 19.70 X2 - 0.2191 X3$
ПрАТ «Київський радіозавод»	0,721	0,903	0,320	$H = 272 + 36.5 X1$	$H = 1478 + 20.62 X2$
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,940	1,000	0,985	$H = -16837 + 939.5 X2$	$H = -44114 + 1035.9 X3$
ПрАТ «Київполіграфмаш»	-0,927	-0,980	0,847	$H = 4270 - 3.894 X2$	$H = 2864 + 8.87 X3$
ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад»	0,394	0,819	0,154	$H = 1464 + 3.57 X1$	$H = 46,3 X2$

Примітка: H – вартість людського капіталу.

Складено автором

За проведеним аналізом та вивчення матриці парних коефіцієнтів кореляції для АТ «Елміз» можемо зробити висновок, що: змінні $X1$ та $X3$ мають тісний негативний кореляційний зв'язок з H ($r=-0,913$ та $r=-0,560$), а змінна $X2$ має тісний позитивний кореляційний зв'язок з H ($r=0,958$). Водночас, є тісний позитивний кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними: $X1$ і $X3$ ($r=0,596$), та тісний негативний кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними $X1$ і $X2$ ($r=-0,893$), що, вочевидь, свідчить про наявність мультиколінеарності між ними. Виходячи з цього, незалежними пояснюючими змінними (регресорів) для визначення залежності є $X2$ – фондоозброєність та $X3$ – інвестиції на одну особу, або $X1$ – середньорічна оплата праці на одну особу, тис. грн/особу. Для ПрАТ «Київський радіозавод» у результаті вивчення матриці парних коефіцієнтів

кореляції можемо зробити висновок, що: змінні $X1$ та $X2$ мають тісний прямий кореляційний зв'язок з H ($r=0,721$ та $r=0,903$ відповідно). При цьому є тісний прямий кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними: $X1$ і $X2$, $X1$ і $X3$ ($r=0,936$ та $r=0,887$ відповідно), та $X2$ і $X3$ ($r=0,674$), що, також свідчить про наявність мультиколінеарності між ними. Тому незалежними пояснюючих змінними моделі для ПрАТ «Київський радіозавод» є $X1$ – середньорічна оплата праці на одну особу, тис. грн/особу; або $X2$ – фондоозброєність. Для ПрАТ «Вентиляційні системи» змінні $X1$, $X2$ та $X3$ мають тісний прямий кореляційний зв'язок з H ($r=0,940$, $r=1,000$, та $r=0,985$ відповідно). Однак, є наявним і тісний прямий кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними: $X1$ і $X2$, $X1$ і $X3$ ($r=0,936$ та $r=0,887$ відповідно), та $X2$ і $X3$ ($r=0,674$), що вказує на наявність мультиколінеарності між ними. Отже, для ПрАТ «Вентиляційні системи» регресорами є або $X1$ – середньорічна оплата праці на одну особу, тис. грн/особу; або $X2$ – фондоозброєність; або $X3$ – інвестиції на одну особу.

Для ПрАТ «Київполіграфмаш» в результаті вивчення матриці парних коефіцієнтів кореляції можемо зробити висновок, що: змінні $X1$ та $X2$ мають тісний обернений кореляційний зв'язок з H ($r=-0,927$ та $r=-0,980$ відповідно), а $X3$ має тісний прямий кореляційний зв'язок з H ($r=0,847$). Водночас, наявний тісний прямий кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними: $X2$ і $X3$ ($r=0,804$) та тісний обернений кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними $X1$ і $X2$, $X1$ і $X3$ ($r=-0,970$; $r=-0,637$ відповідно), що, вочевидь, свідчить про наявність мультиколінеарності між ними. Відповідно для ПрАТ «Київполіграфмаш» регресорами стануть: або $X2$ – фондоозброєність; або $X3$ – інвестиції на одну особу. У результаті вивчення матриці парних коефіцієнтів кореляції для ПАТ Івано-Франківський завод «Промприлад»: змінна $X2$ має тісний додатній кореляційний зв'язок з H ($r=0,819$), присутній тісний прямий кореляційний зв'язок між потенційно незалежними змінними: $X1$ і $X2$ ($r=0,840$), $X1$ і $X3$ ($r=0,957$), $X2$ і $X3$ ($r=0,693$), що, вочевидь, свідчить про наявність мультиколінеарності між ними. Тобто незалежними пояснюючими змінними

(регресорами) є: або $X1$ – середньорічна оплата праці на одну особу, тис. грн/особу; або $X2$ – фондоозброєність.

З аналізу статистичних даних випливає, що для обраних підприємств одним з ключових показників, який позитивно впливає на величину вартості людського капіталу є фондоозброєність ($X2$). Так, збільшення цього показника на АТ «Елміз» та ПрАТ «Київський радіозавод» на 1 тис.грн/люд. призводить до збільшення людського капіталу приблизно на 20 тис.грн/люд. Існує і позитивний зв'язок між збільшенням середньої заробітної плати та збільшенням людського капіталу, наприклад на ПрАТ «Київський радіозавод». Причому збільшення цього показника на 1 тис.грн/люд призводить до збільшення людського капіталу на 36.5 тис.грн/люд. На деяких підприємствах у позитивному зв'язку з людським капіталом є збільшення інвестицій на одну особу. Зокрема на ПрАТ «Вентиляційні системи», причому віддача від збільшення фондоозброєності та інвестицій на одного працівника на 1 тис.грн/люд. дорівнює приблизно 1000 тис.грн.

Хоча в усіх підприємств є недооціненість людського капіталу порівняно з середньою заробітною платою, варто зазначити, що різке збільшення заробітної плати не покращить ситуацію, тому що всі показники фінансово-господарської діяльності взаємопов'язані між собою, і вони (наприклад, собівартість, в яку закладається оплата праці) мають бути збалансовані. Більше того, якщо знизиться валовий прибуток, то зменшаться і можливості до закладення коштів на переозброєння виробництва, у тому числі й цифровізацію.

2. *З'ясування зміни показника вартості людського капіталу за зміни економічного забезпечення умов розвитку.* Враховуючи обрані регресори з'ясуємо, яким чином зміниться вартість людського капіталу на досліджуваних підприємствах.

а) *рівняння моделей зі змінною: $X1$ – середньорічна оплата праці на одну особу.*

Зі статистичних даних для АТ «Елміз» залежність між середньою річною зарплатою одного працівника в поточному році та чистим доходом минулого року від реалізації продукції матиме вигляд:

$$W(t) = 66.62 + 76536 \cdot 1/Y(t-1).$$

Тобто, в поточному році середня річна зарплата на одного працівника знаходиться в обернено пропорційній залежності (з додатним коефіцієнтом пропорційності) з чистим доходом минулого року, що можна пояснити стимулюванням розвитку людського потенціалу для майбутнього покращення результатів виробничо-економічної діяльності.

Рівняння моделі регресійної залежності для *ПрАТ «Київський радіозавод»* містить фактор середньорічної заробітної плати на одну особу (X_1). За аналізом статистичних даних для підприємства, існує залежність, що в поточному році середньорічна зарплата на одного працівника знаходиться в прямо пропорційній залежності з чистим доходом минулого року, тобто:

$$W(t+1) = 79,9 + 0,00107 \cdot Y(t).$$

Це свідчить, що підприємство спроможне із збільшенням доходності вкладати кошти в збільшення фонду заробітної плати.

Зі статистичних даних для *ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад»* залежність між середньою річною зарплатою одного працівника в поточному році та чистим доходом минулого року матиме вигляд:

$$W(t) = 31.0 + 600551 \cdot 1/Y(t-1).$$

a) рівняння моделей зі змінною: X_2 – фондоозброєність

Підприємства машинобудування згідно з економіко-математичною моделлю та проведенням кореляційно-регресійним аналізом ведуть економічну політику вкладення коштів в основні засоби, що має підвищувати фондоозброєність. Для формування прогнозних даних, припустимо, що кошти збільшення фондоозброєності та інвестиційних долучень у розвиток людського капіталу підприємство спрямовуватиме з чистого прибутку, тобто:

$$Y(t) \rightarrow \text{ЧП}(t)$$

$$\text{ЧП}(t) \rightarrow K(t+1),$$

де ЧП – чистий прибуток;

K – основні засоби;

t – період – рік.

Будемо вважати, що інвестиційні вкладення освоюватимуться підприємством упродовж одного року (формула 3.1).

$$K(t+1) = K(t) + s(t) \cdot \text{ЧП}(t) - \mu \cdot K(t), \quad (3.1)$$

де s – норма нагромадження;

μ – норма амортизації;

t – період – рік.

Тоді Фондоозброєність:

$$\Phi(t) = K(t) / \bar{L},$$

де \bar{L} – кількість працівників.

Звідси:

$$\Phi(t+1) = \Phi(t) + s(t) \cdot \text{ЧП}(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t).$$

У моделі також врахуємо, що за умови залучення на підприємство нових основних засобів, у сукупності відрахування на амортизацію зростуть. Таким чином, норма нагромадження (s) визначатиметься як (враховуючи формулу 3.1):

$$K(t+1) - K(t) + \mu \cdot K(t) = s(t) \cdot \text{ЧП}(t),$$

Звідки:

$$s(t) = (K(t+1) - (1 - \mu(t)) \cdot K(t)) / \text{ЧП}(t).$$

За розрахунками, якщо для *ПрАТ «Вентиляційні системи»* для підвищення фондоозброєності працівників на засадах цифровізації використовуватимуться відрахування з чистого прибутку, норма нагромадження (s) складатиме 12%. За обчисленням статистичних даних підприємства економетрична залежність між чистим прибутком $\text{ЧП}(t)$ та чистим доходом $Y(t)$ матиме вид:

$$\text{ЧП}(t) = 0,04318 \cdot Y(t), R\text{-квадрат} = 0,914.$$

Тобто, чистий прибуток складає приблизно 4,5% від чистого доходу підприємства.

Норма нагромадження s , обчисленої за чистим прибутком для *ПрАТ «Київполіграфмаш»* є такою, що дозволяє використовувати кошти для збільшення фондоозброєності з чистого прибутку ($s = 99\%$). Економетричну залежність між чистим прибутком в поточному році $\text{ЧП}(t)$ та чистим доходом $Y(t)$. Зі статистичних даних можна отримати наступну залежність:

$$ЧП(t) = 0,00579 \cdot Y(t), R\text{-квадрат} = 0,372.$$

Чистий прибуток складає приблизно 8% від чистого доходу.

б) Рівняння моделей зі змінною: ХЗ – інвестиції на одну особу

Моделюючи інвестиції, формула набуває вигляду (враховуючи формулу 3.1):

$$K(t+1) = K(t) + s \cdot I(t) - \mu \cdot K(t).$$

Звідки норма нагромадження:

$$s(t) = (K(t+1) - (1 - \mu(t)) \cdot K(t)) / I(t).$$

За проведеними розрахунками норма нагромадження на АТ «Елміз» обчислена за чистим прибутком та за фінансових інвестицій зростала, однак не перевищувала 100% за обома показниками. Для моделі норму нагромадження s , прийнято 29-30% від фінансових інвестицій. У такому випадку модель набуде вигляду:

$$Y(t-1) \rightarrow I(t),$$

$$I(t) \rightarrow K(t+1): \Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot I(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t).$$

Залежність між необхідними інвестиціями для розвитку людського капіталу I та чистим доходом Y описує рівняння:

$$I(t) = 1051370 - 93704 \ln Y(t-1).$$

За останні роки норма нагромадження для ПрАТ «Київський радіозавод», обчислена за чистим прибутком, становила більше, ніж 100%, 2022 рік підприємство закінчило зі збитком, отже джерелами фінансування вкладень в основні засоби для підвищення фондоозброєності для досліджуваного підприємства мають стати залучені інвестиції. Тоді в формула набуває вигляду:

$$K(t+1) = K(t) + s \cdot I(t) - \mu \cdot K(t).$$

Звідки норма нагромадження:

$$s(t) = (K(t+1) - (1 - \mu(t)) \cdot K(t)) / I(t).$$

Тобто модель набуде вигляду:

$$Y(t) \rightarrow I(t),$$

$$I(t) \rightarrow K(t+1): \Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot IB(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t).$$

За розрахунками залежність між інвестиціями (I) поточного року та чистим доходом попереднього року (Y) для ПрАТ «Вентиляційні системи» має вигляд :

$$I(t) = -1456230 + 1288 Y^{0.5}(t-1).$$

Тобто акумулювання інвестицій підприємства залежить від зростання результатів фінансово-економічної діяльності попереднього року.

Для ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад» за аналізом розрахункових даних норми нагромадження s ($s = 75\%$), кошти на збільшення фондоозброєності доцільно брати з чистого прибутку:

$$ЧП(t) = 0,0789 \cdot Y(t), R\text{-квадрат} = 0,462.$$

Чистий прибуток складає приблизно 8% від чистого доходу.

3. *Прогнозування зміни чистого доходу підприємства за обрання моделі економічного забезпечення розвитку людського капіталу.* Ураховуючи, що кожне підприємство має власну економічну, кадрову політику, особливості забезпечення економічного зростання, сформуємо логічну послідовність прогнозування економічного ефекту від розвитку людського капіталу як зміну чистого доходу під впливом зміни вартості людського капіталу за зміни показників економічного забезпечення його розвитку.

Прогнозування економічного ефекту, згідно з побудованою моделлю, враховує, що ключовим фактором впливу на людський капітал є фондоозброєність здійснюватиметься у такій логічній послідовності, залежно від джерела фінансування:

$$I_{t-1} \rightarrow \Phi_t = X2 \downarrow$$

$$Y_{t-1} \rightarrow I_t, I_t / \bar{L} = X3 \rightarrow H_t \rightarrow Y_t,$$

$$I_t \rightarrow \Phi_{t+1} = X2 \downarrow$$

$$Y_t \rightarrow I_{t+1}, I_{t+1} / \bar{L} = X3 \rightarrow H_{t+1} \rightarrow Y_{t+1}$$

або

$$I_{t-1} \rightarrow \Phi_t = X2 \rightarrow H_t \rightarrow Y_t, \downarrow$$

$$Y_t \rightarrow I_t \rightarrow \Phi_{t+1} = X2 \rightarrow H_{t+1} \rightarrow Y_{t+1},$$

або

$$ЧП_{t-1} \rightarrow \Phi_t = X2 \rightarrow H_t \rightarrow Y_t, \downarrow$$

$$Y_t \rightarrow ЧП_t \rightarrow \Phi_{t+1} = X2 \rightarrow H_{t+1} \rightarrow Y_{t+1}$$

У разі оплати праці як ключового фактору впливу логічна послідовність набуває вигляду:

$$Y_{t-1} \rightarrow W_t = X1 \rightarrow H_t \rightarrow Y_t \downarrow$$

$$Y_t \rightarrow W_{t+1} = X1 \rightarrow H_{t+1} \rightarrow Y_{t+1}$$

Якщо інвестиції у людського капіталу є складником економічного забезпечення його розвитку, послідовність має вигляд:

$$Y_{t-1} \rightarrow I_t, I_t / \bar{L} = X3 \rightarrow H_t \rightarrow Y_t \downarrow$$

$$Y_t \rightarrow I_{t+1}, I_{t+1} / \bar{L} = X3 \rightarrow H_{t+1} \rightarrow Y_{t+1},$$

Результати прогнозних розрахунків економічного ефекту для АТ «Елміз» за економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі підвищення фондоозброєності шляхом цифровізації та інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу, а також на базі коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями наведено в табл. 3.18. Як бачимо, зростання, стабілізація і невеликі коливання біля стану рівноваги прогнозних значень за обрання заробітної плати, є основним важелем розвитку.

Таблиця 3.18 – Результати прогнозних розрахунків економічного ефекту для АТ «Елміз» за економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі відповідних економічних проваджень

Рік	Результати моделювання та розрахунків				
На базі коригування заробітної плати згідно цифрових компетентностей					
Рік	Чистий дохід (Y), тис.грн	Людський капітал (H), тис грн	Середня річна оплата праці (X1), тис.грн/люд		
Рівняння моделі	$Y = -411041 + 87.82 \cdot H$	$H = 6046 - 14.05 \cdot X1$	$W(t+1) = 66.62 + 76536 \cdot 1/Y(t)$		
2023	34331,10	5071,42	69,4		
2024	34966,04	5078,65	68,9		
2025	34966,92	5078,66	68,9		
На базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації та інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу					
Рік	Чистий дохід (Y), тис.грн	Людський капітал (H), тис грн	Фондоозброс- ність (X2), тис. грн/люд.	Інвестиції на одну особу (X3), тис.грн/люд	Інвестиції у розвиток людського капіталу, тис.грн
Рівняння моделі	$Y = 166094 - 0.00558 \cdot H^{1.98}$	$H = 936 + 19.70 \cdot X2 - 0.2191 \cdot X3$	$\Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot I(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t)$	I / L	$I(t+1) = 1051370 - 93704 \cdot \ln Y(t)$
2022	27883	5381,52	210,0	158,0	20864
2023	27022,80	5440,74	236,4	698,8	92237,2
2024	-218955,56	9099,79	422,4	721,0	95173,5

Розраховано автором

Спрогнозуємо економічний ефект для ПрАТ «Київський радіозавод» у разі, якщо підприємство буде орієнтуватись на коригування заробітної плати для залучення працівників з вищими цифровими компетентностями або стимулювати розвиток власного людського капіталу на цій основі, а також на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації, для чого для ПрАТ «Київський радіозавод» необхідні інвестиції (табл. 3.19).

Таблиця 3.19 – Результати прогнозних розрахунків економічного ефекту для ПрАТ «Київський радіозавод» за економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі відповідних економічних проваджень

Рік	Результати моделювання та розрахунків			
На базі коригування заробітної плати згідно цифрових компетентностей				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис грн	Середня річна оплата праці (X1), тис. грн/люд	
Рівняння моделі	$Y = 51846 - 42541790 / H$	$H = 272 + 36.5 \cdot X1$	$W(t+1) = 79,9 + 0,00107 \cdot Y(t)$	
2023	42361,34	4485,32	115,43	
2024	43061,40	4842,77	125,22	
2025	43110,72	4870,11	125,97	
На базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис грн	Фондоозброє- ність (X2), тис. грн/люд.	Інвестиції у розвиток людського капіталу, тис.грн
Рівняння моделі	$Y(t)=51846- 42541790 / H(t)$	$H(t) = 1478 + 20.62 X2$	$\Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot I(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t)$	$I(t) = 0,056943 \cdot Y(t)$
2023	46067,07	7361,53	285,33	2623,19
2024	45525,74	6731,02	254,75	2592,37
2025	44969,45	6186,50	228,34	2560,69

Розраховано автором

За умови, якщо ПрАТ «Вентиляційні системи» здійснюватиме вкладення в основні засоби та їх цифровізацію з чистого прибутку, згідно з розрахунками за економіко-математичною моделлю, фондоозброєність працівників все одно знижуватиметься, що не матиме суттєвого впливу на збільшення вартості людського капіталу, і, як наслідок, не підвищуватиме ефект у формі чистого доходу підприємства (табл 3.20). І навпаки, інвестування у цифровий розвиток людського капіталу може забезпечити зростання його вартості, а з часом і прибутковості.

Таблиця 3.20 – Результати прогнозних розрахунків економічного ефекту для ПрАТ «Вентиляційні системи» за економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі відповідних економічних проваджень

Рік	Результати моделювання та розрахунків			
На базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис грн	Фондоозброє- ність (X2), тис. грн/люд.	Інвестиції у розвиток людського капіталу, тис.грн
Рівняння моделі	$Y = 1161723 + 3926 \cdot H^{0.51}$	$H = -16837 + 939.5 \cdot X2$	$\Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot ЧП(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t)$	$ЧП(t) = 0,04318 \cdot Y(t)$
2023	2932520,47	203440,40	234,46	126626,23
2024	2796439,10	173374,05	202,46	120750,24
2025	2671462,88	147878,03	175,32	115353,76
На базі інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис грн	Інвестиції на одну особу (X3), тис. грн/люд	Інвестиції у розвиток людського капіталу, тис. грн
Рівняння моделі	$Y = 1161723 + 3926 \cdot H^{0.51}$	$H = -44114 + 1035.9 \cdot X3$	I / L	$I(t+1) = -1456230 + 1288 \cdot Y^{0.5}(t)$
2023	3690338,03	321892,33	353,32	974108,94
2024	3755672,66	338402,70	369,26	1018050,53
2025	3787515,54	346596,17	377,17	1039857,06

Розраховано автором

За результатами прогнозування чистого доходу для ПрАТ «Київполіграфмаш» для підприємства є доцільним забезпечувати фондоозброєність шляхом цифровізації використовуючи кошти з чистого прибутку(табл. 3.21)

Таблиця 3.21 – Результати прогнозних розрахунків економічного ефекту для ПрАТ «Київполіграфмаш» за економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі відповідних економічних проваджень

Рік	Результати моделювання та розрахунків			
На базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації				
1	2	3	4	5
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис грн	Фондоозброє- ність (X2), тис. грн/люд.	Чистий прибуток (ЧП), тис. грн
Рівняння моделі	$Y = 24409 + 381/H$	$H = 4270 - 3.894 X2$	$\Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot ЧП(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t)$	$ЧП(t) = 0,00579 \cdot Y(t)$
2023	24409,095	4030,52	61,52	141,33
2024	24409,094	4059,39	54,19	141,33
2025	24409,093	4084,10	47,93	141,33

Продовження таблиці 3.21

1	2	3	4	5
<i>На базі інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу</i>				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис. грн	Інвестиції на одну особу (X3), тис. грн/люд	Інвестиції у розвиток людського капіталу, тис. грн
Рівняння моделі	$Y = 24409 + 381/H$	$H = 2864 + 8.87 X3$	I/L	$I_{(t+1)} = 10180 - 0.06Y(t)$
2023	24409,103	3669,62	90,82	8810,02
2024	24409,104	3660,97	89,85	8715,45
2025	24409,104	3660,97	89,85	8715,45

Розраховано автором

Для ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад» варто проаналізувати використання середньорічної заробітної плати та фондоозброєність, результати прогнозування економічного ефекту від їх використання як важелів економічного забезпечення розвитку людського капіталу наведено в табл. 3.22.

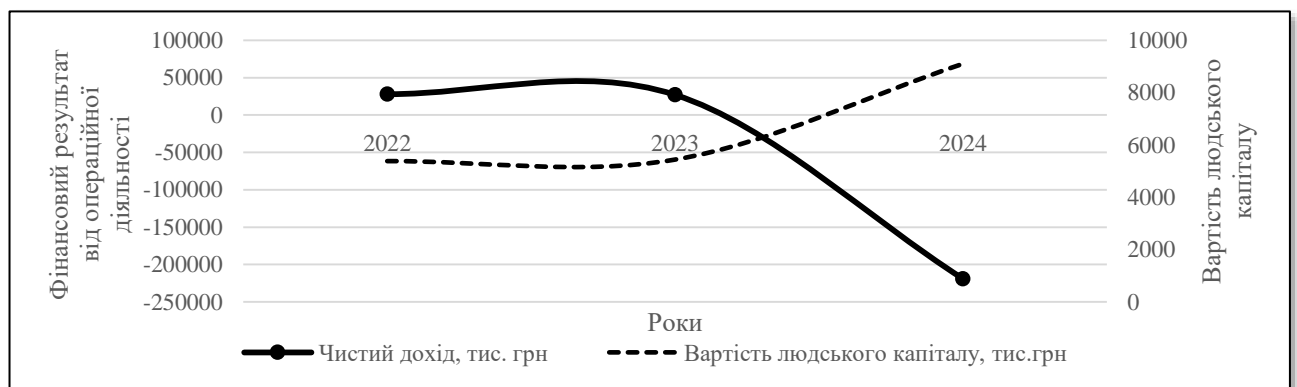
Таблиця 3.22 – Результати прогнозних розрахунків економічного ефекту для ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад» за економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі відповідних економічних проваджень

Рік	Результати моделювання та розрахунків			
На базі коригування заробітної плати згідно цифрових компетентностей				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис грн	Середня річна оплата праці (X1), тис. грн/люд	
Рівняння моделі	$Y = -12496 + 17.04 \cdot H$	$H = 1464 + 3.57 \cdot X1$	$W(t+1) = 31.0 + 600551 \cdot 1/Y(t)$	
2023	16650,64	1710,48	69,04	
2024	16530,48	1703,43	67,07	
2025	16546,43	1704,37	67,33	
На базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації				
Рік	Чистий дохід (Y), тис. грн	Людський капітал (H), тис. грн	Фондоозброє- ність (X2), тис. грн/люд.	Чистий прибуток (ЧП), тис. грн
Рівняння моделі	$Y = -12496 + 17.04 \cdot H$	$H = 46,3X2$	$\Phi(t+1) = \Phi(t) + s \cdot ЧП(t) / \bar{L} - \mu \cdot \Phi(t)$	$ЧП(t) = 0,08 \cdot Y(t)$
2023	12798,70	1484,43	32,06	1023,90
2024	15549,37	1645,86	35,55	1243,95
2025	19079,20	1853,00	40,02	1526,34

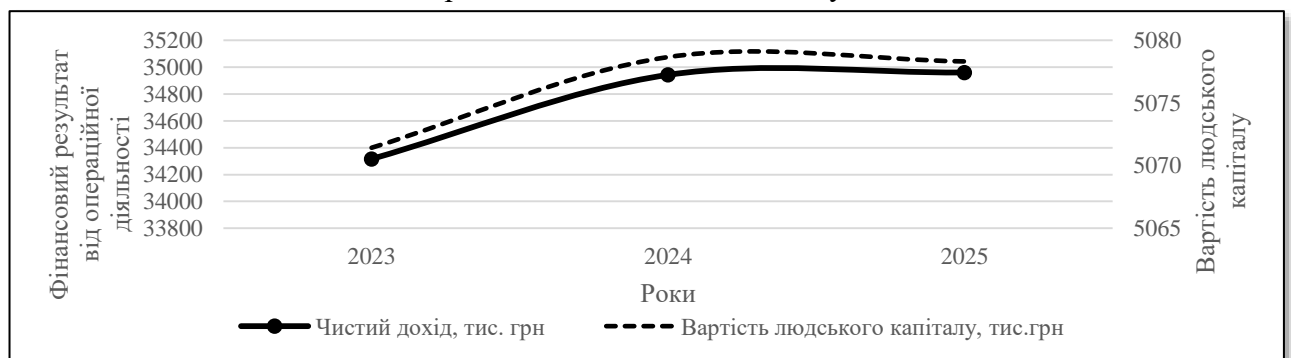
Розраховано автором

4. Обрання відповідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу, за якого забезпечується максимально можливий прогнозований позитивний результат у вигляді чистого доходу.

Продовження економічної політики щодо розвитку людського капіталу на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації для АТ «Елміз» сприятиме зростанню вартості людського капіталу, що є позитивним. Однак незбалансовані дії призведуть до збільшення витрат, що в результаті знижуватиме чистий дохід підприємства. АТ «Елміз» важелем економічного забезпечення розвитку людського капіталу доцільно обирати коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями працівників, що стимулюватиме до їх поглиблення наявний персонал та залучення працівників з високим рівнем цифрових компетентностей (рис. 3.15). За таких умов на основі моделювання відбудуться зміни і у показниках ефективності діяльності підприємства.



а) на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації та інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу

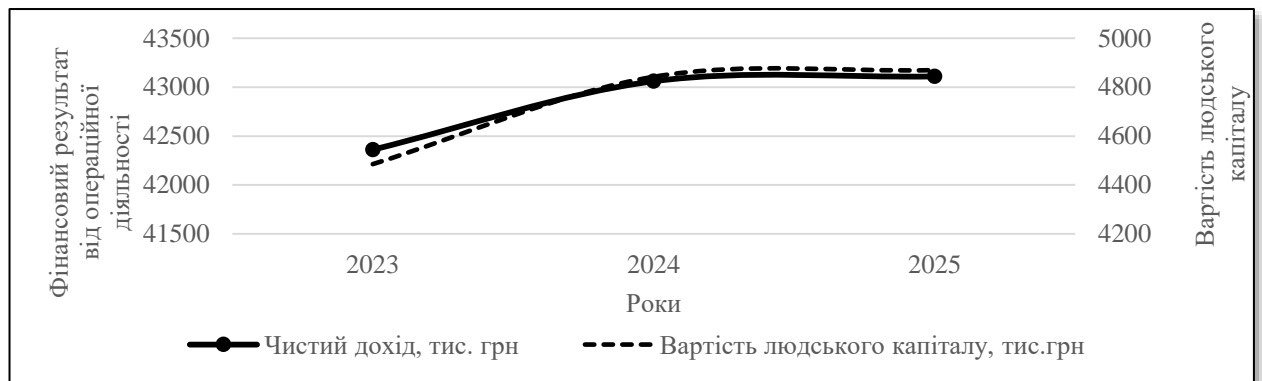


б) на базі коригування заробітної плати згідно цифрових компетентностей

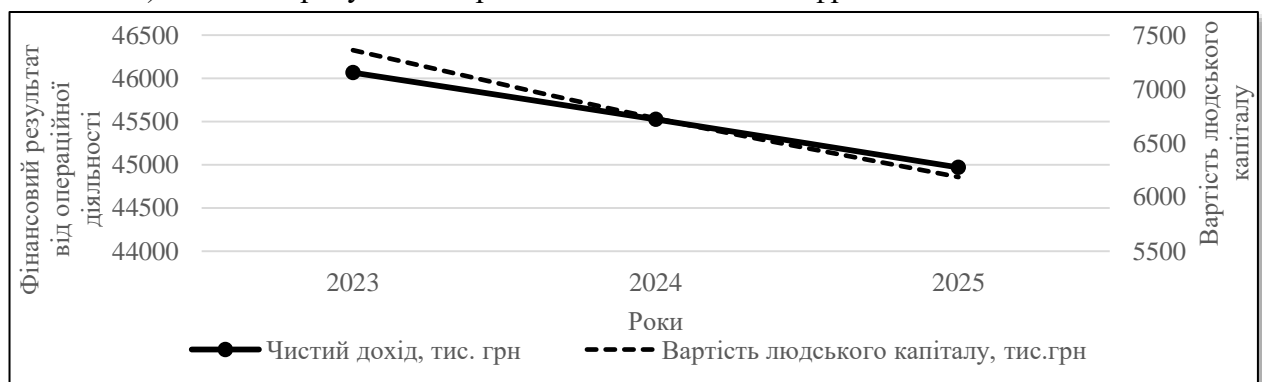
Рисунок 3.15 – Прогнозований економічний ефект для АТ «Елміз» у разі економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі економічних проваджень а та б (розраховано та складено автором)

Реалізація моделі забезпечення розвитку людського капіталу на основі коригування заробітної плати працівникам для ПрАТ «Київський радіозавод» є

доцільною, оскільки простежується одночасне збільшення як вартості людського капіталу, так і чистого доходу підприємства (рис 3.16).



а) на базі коригування заробітної плати згідно цифрових компетентностей



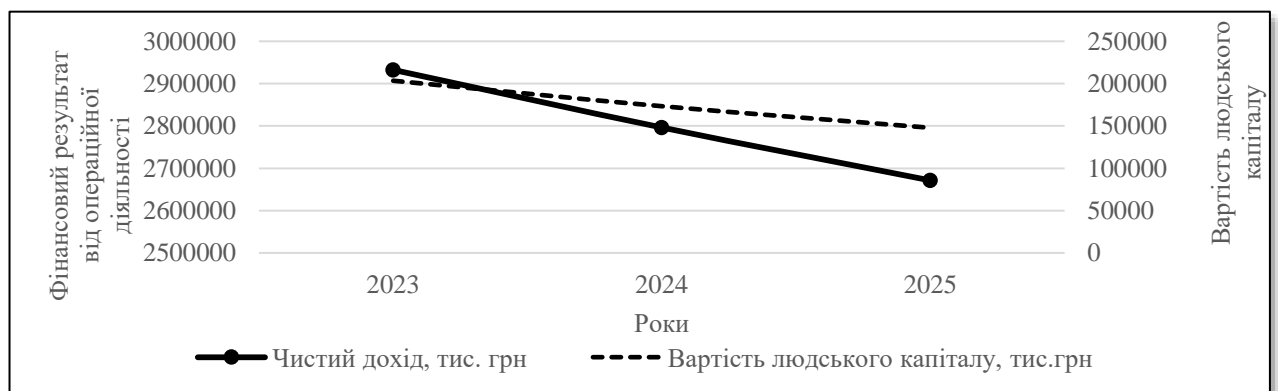
б) на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації

Рисунок 3.16 – Прогнозований економічний ефект для ПрАТ «Київський радіозавод» у разі економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі економічних проваджень а та б (розраховано та складено автором)

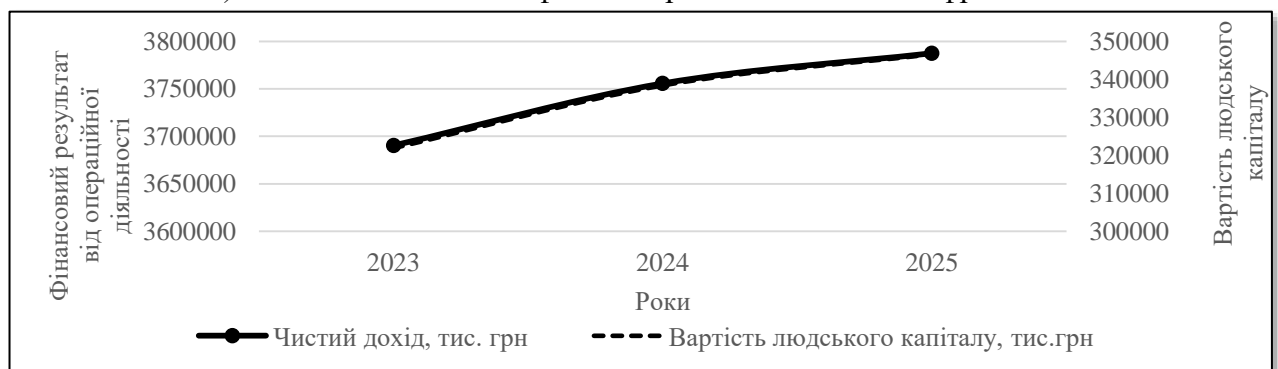
Економічна політика стимулювання розвитку людського капіталу через зміну середньої заробітної плати працівника в поточному році в залежності від фінансово-економічних результатів минулого року є позитивною для розвитку та збільшення чистого доходу. Підприємству варто зорієнтуватись на політиці підвищення цифрових компетентностей працівників, збільшення заробітної плати згідно з їх рівнем, що дозволить збільшити ефективність економічної діяльності. Змодельовані інвестиційні вкладення показують, що за їх використання отриманий ефект є нижчим. Простежується як зниження вартості людського капіталу, так і поступове зменшення чистого прибутку. Тобто, можна стверджувати, що для досягнення позитивного ефекту від розвитку людського капіталу і збільшення його вартості підприємству варто приділити увагу саме оплаті праці. Хоча різкого

зростання за використання першого варіанту економічних проваджень не простежується, варто зазначати, що за високої недооціненості людського капіталу, різке її збільшення швидко ситуацію не покращить, оскільки всі показники фінансово-господарської діяльності взаємопов'язані між собою, і вони (наприклад, собівартість, в яку закладається оплата праці) мають бути збалансовані.

ПрАТ «Вентиляційні системи» мають обрати іншу модель економічного забезпечення розвитку людського капіталу, ніж забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації. Це може свідчити, що підприємство володіє автоматизованим обладнанням та інформатизацією виробничо-економічних систем. Проте працівники не використовують ці можливості повною мірою. Для досліджуваного підприємства необхідно використовувати інвестування у цифровий розвиток людського капіталу, залучаючи їх ззовні (рис. 3.17).



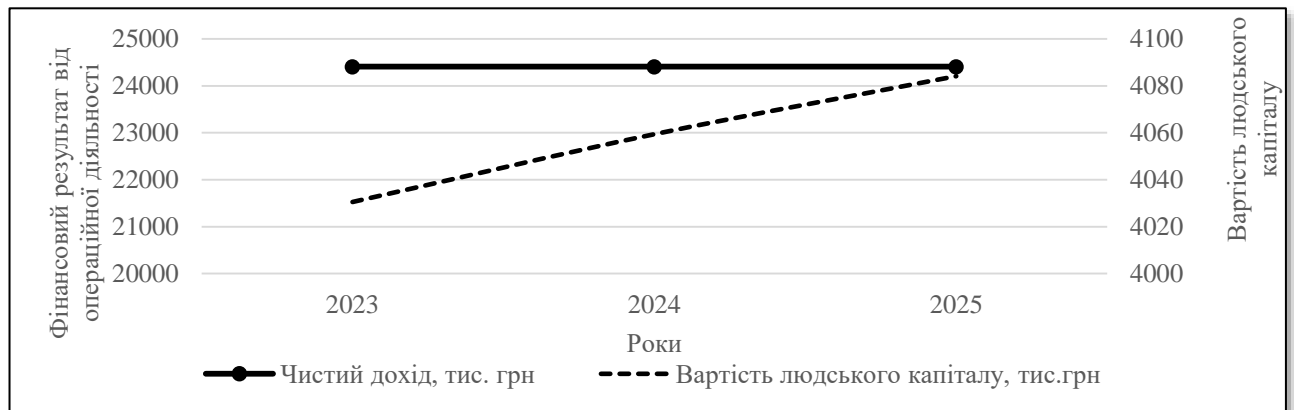
а) на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації



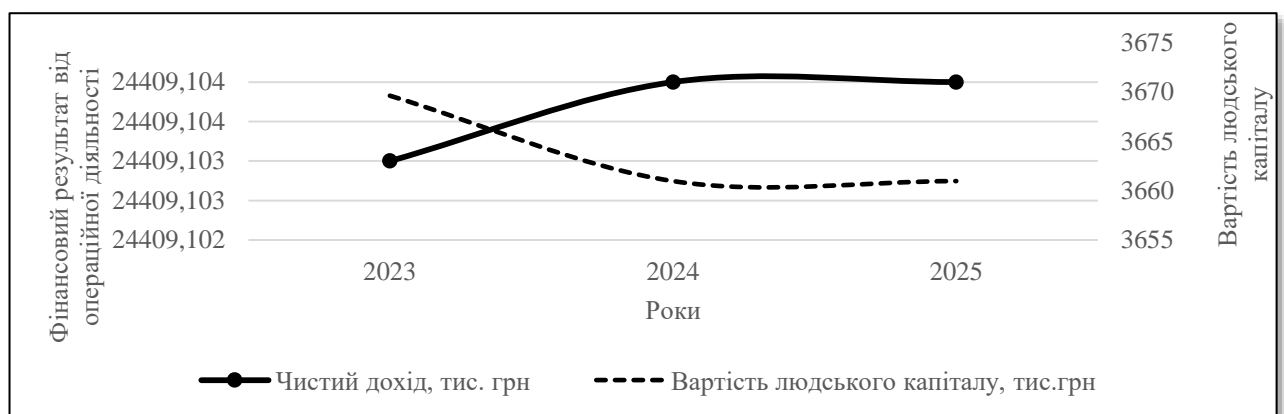
б) на базі інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу

Рисунок 3.17 – Прогнозований економічний ефект для ПрАТ «Вентиляційні системи» у разі економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі економічних проваджень а та б (розраховано та складено автором)

Доцільною економічною поведінкою щодо розвитку людського капіталу для ПрАТ «Київполіграфмаш» є здійснення вкладень у забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації (рис. 3.18). Тобто, підприємству доцільно більше уваги приділяти цифровому матеріально-технічному забезпеченню людського капіталу, створюючи відповідні умови, що, у свою чергу, забезпечить економічне зростання



а) на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації

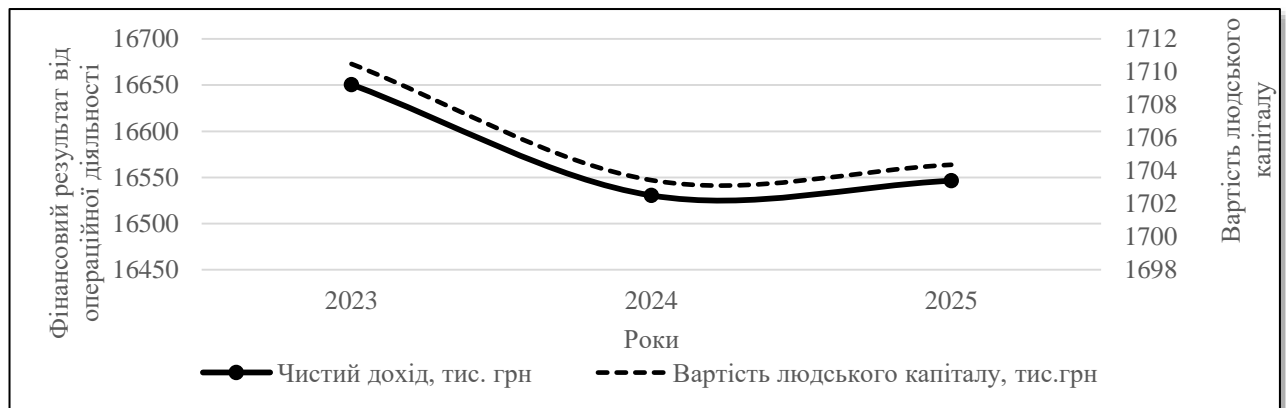


б) на базі інвестицій у цифровий розвиток людського капіталу

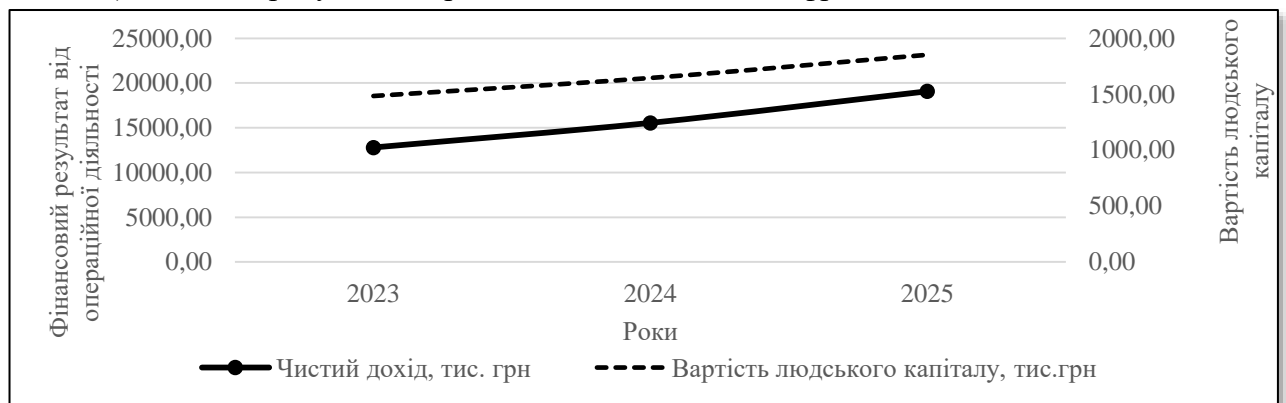
Рисунок 3.18 – Прогнозований економічний ефект для ПрАТ «Київполіграфмаш» у разі економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі економічних проваджень а та б
(розраховано та складено автором)

Для ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад» доцільним економічним важелем у розвитку людського капіталу є забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації, що дозволить синхронно підвищувати як вартість людського капіталу, так і чистий дохід підприємства (рис. 3.19). Коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями у якості економічного забезпечення

розвитку людського капіталу є недоцільним з огляду на падіння економічних показників.



а) на базі коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями



б) на базі забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації

Рисунок 3.19 – Прогнозований економічний ефект для ПрАТ Івано-Франківський завод «Промприлад» у разі економічного забезпечення розвитку людського капіталу на базі економічних проваджень а та б
(розраховано та складено автором)

Таким чином, використання запропонованого методу обрання важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу на засадах цифровізації шляхом прогностичного моделювання ефективності діяльності підприємства надало змогу визначити, що підприємствам машинобудування варто зважено підходити до економічного впровадження. Дослідження показало, що забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації не завжди є доречним інструментом, а підприємства потребують як коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями, так і залучення інвестицій для цифрового розвитку людського капіталу.

Висновки до розділу 3

Результати досліджень та формування напрямів розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації надали можливість сформулювати висновки науково-методичного, прикладного характеру та практичного спрямування:

1. Підвищення ефективності людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки потребує формування механізму проактивного його розвитку. Розроблений механізм включає комплекс заходів розвитку людського капіталу та економічне забезпечення його реалізації, які на базі виокремлених принципів і сформованого інструментарію (технологій Індустрії 4.0, 5.0, методів проактивного розвитку людського капіталу, рамок цифрових компетентностей, дорожніх карт) дають змогу реалізувати комплекс стратегій цифровізації підприємства, і підвищити продуктивність праці, функціональність та прибутковість підприємств машинобудування у цифровому середовищі.

2. Для забезпечення процесів розвитку людського капіталу підприємств машинобудування слід впроваджувати комплекс заходів, що передбачають: формування цифрових компетентностей працівників та власників шляхом системного моніторингу їх відповідності, на основі чого залучати нові кадри чи використовувати аутстафінг фахівців для передавання досвіду роботи з цифровими технологіями; створення і використання корпоративного університету, що підвищуватиме рівень залученості людського капіталу, формуватиме корпоративну культуру цифрової освіти з використанням цифрових платформ та симуляторів; оновлення матеріальних і нематеріальних активів за цілями цифровізації; розвиток і адаптація людського капіталу відповідно до стратегій цифровізації виробничо-економічної системи, згідно з комплексом цифрових компетентностей (базових, функціональних, операційних, компетентностей власника) та відповідних ефектів, які вони забезпечують (колективної цифрової компетентності, цифрової функціональності, цифрової унікальності).

3. Активізація дій із розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації потребує спеціалізованої структури. Запропоновано використовувати корпоративний університет, що забезпечуватиме поглиблення цифрових компетентностей шляхом навчальних процесів. Структура навчальних імперативів цифрових компетентностей корпоративного університету для підприємства машинобудування має розподілятися за групами: інженери, робітники, управлінці, а кожна з них – мати відповідний курс та цифрові інструменти навчання, включати навчання програмним продуктам, необхідних для впровадження і реалізації стратегій цифровізації. Базовою навчальною основою мають стати не лише менторінг та обмін досвідом, а й VR/AR симулятори, що можуть використовуватись як у навчанні людського капіталу, так і в процесі розробки і моделювання продукції.

4. Економічне забезпечення розвитку людського капіталу підприємств машинобудування на засадах цифровізації доцільно здійснювати, використовуючи важелі, які сприятимуть реалізації комплексу заходів запропонованого механізму проактивного розвитку. До таких важелів віднесено: ставки заробітної плати згідно з цифровими компетентностями – їх коригування сприятиме стимулюванню працівників та залученню необхідного персоналу; інвестиції в розвиток людського капіталу, які забезпечать створення корпоративного університету підвищення цифрової кваліфікації, закупівлю і впровадження цифрових технологій й технологій інформатизації виробничо-економічної системи; фондоозброєність цифровими технологіями та програмним забезпеченням.

5. Заходи з розвитку людського капіталу в сукупності з економічними важелями запропонованого механізму проактивного розвитку мають здійснюватись у синхронному зв'язку з упровадженням і реалізацією комплексу стратегій цифровізації підприємства. Такими стратегіями обрано: цифровий аутсорсинг, що спрямований на ІТ обслуговування матеріально-технічної бази, аутсорсинг ІТ послуг, електронної комерції, серверів та мереж і оптимізацію бізнес-процесів; цифровізацію бізнес-процесів, що передбачає цифровізацію організації праці, обліку, економічних взаємодій і оптимізацію через штучний інтелект і нейронні

мережі з використанням ERP, BPR та CRM систем; цифровізацію продукту, яка базується на цифровізації продуктів і розробок із застосуванням PLM, MES, MRP, CSM, CAD, PDM; цифровізацію підприємства на основі синергії цифровізації бізнес-процесів та продукту для створення єдиної системи для працівників та власників (PLM, MES, MRP). Як інструмент упровадження стратегій цифровізації підприємств машинобудування з урахуванням цифрових компетентностей працівників запропоновано використовувати сформовані дорожні карти з інтеграцією розвитку людського капіталу.

6. Реалізація стратегій цифровізації підприємств машинобудування потребує наявності людського капіталу з відповідним набором цифрових компетентностей і набір компетентностей людського капіталу впливає на спроможність реалізовувати обрані стратегії. З метою верифікації цифрових компетентностей людського капіталу запропоновано відповідний методичний підхід, який на основі використання методу аналізу ієрархій Т. Сааті, надає можливість встановити їх збалансований набір на основі визначення значущості необхідних ефектів від використання цифрових компетентностей у тій чи іншій стратегії: ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників; ефекту унікальності від використання операційних цифрових компетентностей працівників; ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей працівників; ефекту впливу власника від цифрових компетентностей власника.

7. На основі апробації методичного підходу до верифікації цифрових компетентностей людського капіталу відповідно до стратегій цифровізації підприємств машинобудування, виявлено, що стратегія цифровізації підприємства потребує ефекту функціональності від функціональних цифрових компетентностей працівників (рівень 0,493), інші ефекти мають також вагомі показники (0,392; 0,353; 0,318). Для впровадження стратегії цифровізації продукту та стратегії цифровізації бізнес-процесів найвищий рівень має ефект унікальності від використання операційних цифрових компетентностей працівників. При цьому впровадження стратегії цифрового аутсорсингу реалізується через отримання

ефекту колективної цифрової компетентності від використання базових цифрових компетентностей працівників (0,249).

8. З метою впровадження стратегій цифровізації підприємств машинобудування з інтеграцією цифрового розвитку людського капіталу ідентифіковано набори компетентностей за їх належністю до стратегій. Дослідження факторів впливу на формування кожної із груп (базові, функціональні, операційні компетентності, компетентності власника), використання запропонованого для розрахунку індексу цифрової компетентності для кожної із стратегій дало змогу встановити діапазони складу цифрових компетентностей. На базі зазначеного сформовано рамки базових, функціональних та операційних цифрових компетентностей як набору стандартних вимог для працівників та власників у реалізації стратегій цифровізації підприємств машинобудування. Розроблений опитувальник на основі сформованих контурів рамок дозволить оцінити рівень володіння цифровими компетентностями як складової людського капіталу підприємства.

9. Враховуючи, що розвиток людського капіталу підприємств машинобудування потребує економічного забезпечення, яке реалізується в умовах обмеженості ресурсів, запропоновано метод обрання провідного важеля. Метод передбачає прогностичне моделювання ефекту у вигляді чистого доходу за варіювання впливу вартості людського капіталу, який, у свою чергу, змінюється через вплив зміни умов забезпечення його результативності. Процедура застосування методу запропоновано здійснювати в такій послідовності: визначення впливу на людський капітал економічних показників, які за їх покращення в умовах цифровізації економіки, удосконалюватимуть умови забезпечення розвитку людського капіталу; з'ясування зміни показника вартості людського капіталу за зміни важеля економічного забезпечення умов розвитку; прогнозування зміни чистого доходу підприємства за обрання моделі економічного забезпечення розвитку людського капіталу; обрання відповідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу, за якого

досягається максимально можливий прогнозований позитивний результат у вигляді чистого доходу.

10. За результатами застосування методу обрання провідного важеля економічного забезпечення розвитку людського капіталу шляхом прогностичного моделювання визначено, що він залежить від економічної зорієнтованості підприємств у базуванні на розвиток людського капіталу чи на основні засоби. З'ясовано, що забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації для розвитку людського капіталу на деяких підприємствах не завжди є доцільним, що пов'язано з достатнім рівнем цифровізації матеріально-технічної бази. Проте наявний недостатній рівень розвитку людського капіталу на засадах цифровізації. Виявлено, що підприємства потребують коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями для підвищення функціональності людського капіталу у цифровому середовищі, а також залучення інвестицій для його цифрового розвитку.

Результати і висновки наукового дослідження розділу 2 використано у діяльності АТ «Елміз» (додаток К).

Основні положення і наукові результати опубліковано в працях (Melnychuk, & Boiarunova, 2022; Мельничук & Бояринова, 2023б; Мельничук, 2023в).

ВИСНОВКИ

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню актуального науково-прикладного завдання – формування теоретико-методичних положень і практичних аспектів розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в умовах цифровізації економіки як провідного продуктивного ресурсу з іманентними властивостями забезпечення їх економічного зростання і підвищення функціональності в цифровому економічному середовищі. Проведені дослідження дали змогу сформулювати висновки:

1. На основі експлікації наукових досліджень і розгляду науково-економічного підґрунтя, встановлено, що людський капітал має визнаватись керівним важелем та ціннісним ресурсом у реалізації процесів цифровізації підприємств машинобудування, а його розвиток в умовах цифровізації економіки здійснюватись невідривно від цифрових трансформацій виробничо-економічних систем.

Шляхом досліджень сутнісно-змістовної еволюції та генези теорії людського капіталу виявлено зміну наукових поглядів на його розуміння відповідно до сталих економічних парадигм кожного періоду. З огляду на формування нових передумов до зміни понятійного апарату зі становленням цифрової економіки, запропоновано людський капітал трактувати як продуктивний і швидкоадаптивний до змін та цифрових трансформацій ресурс з іманентними властивостями. До характеристик людського капіталу додано здатності з освоєння нових професій, працю у віддаленому режимі (з позиції працівників), із забезпечення навчання і перекваліфікації персоналу, роботизації і налагодження виробничих процесів у віддаленому режимі (з позиції власників). Ретроспективне дослідження закономірностей розвитку людського капіталу надало можливість виявити зміни та сформулювати їх композицію, визначаючи ключовими для періодів індустріалізації, інформатизації, цифровізації, віртуалізації: роль людського капіталу в економіці, зміну характеру праці, зміну технологій, упровадження віртуальних технологій.

2. На основі акумулювання теоретичних висновків і логічних узагальнень сформовано концептуальні положення розвитку людського капіталу промислових підприємств в умовах цифровізації економіки. Згідно з теорією людського капіталу, концепцією Індустрії 5.0, принципами адаптивності, прогресивності, проактивності та економічності, їх метою визначено розвиток людського капіталу підприємств невідривно від процесів цифровізації економіки, основними концептами – збалансованість розвитку цифрових компетентностей, використання унікальних іманентних властивостей людського капіталу в процесах цифровізації, узгодженість інвестицій в його розвиток та цифровізацію техніко-технологічної бази, синхронізацію розвитку цифрових компетентностей із стратегіями цифровізації підприємств. Імплементація положень забезпечується методичним інструментарієм оцінювання людського капіталу, умов та результатів його використання, верифікацією цифрових компетентностей стратегіям цифровізації і прогнозуванням прибутковості підприємства. Прикладна реалізація – через навчання, інвестування в цифровий розвиток, фондоозброєність, розвиток цифрових компетентностей і реалізацію стратегій цифровізації. При цьому унікальними іманентними властивостями людського капіталу визначено ефекти базових, функціональних, операційних цифрових компетентностей та компетентностей власника – колективної цифрової компетентності, цифрової функціональності, цифрової унікальності, впливу власника.

3. У результаті дослідження стану та передумов розвитку людського капіталу підприємств машинобудування в цифровому економічному середовищі з'ясовано, що за міжнародними показниками Україна має середній рівень серед інших країн, однак практично всі сектори економіки потребують подальшої цифровізації. Щодо підприємств машинобудування, наявна недостатня залученість у їх господарсько-економічну діяльність інформаційно-комунікаційних, хмарних технологій, електронної торгівлі. Підприємства застосовують здебільшого аутсорсинг і не мають достатньої чисельності фахівців у сфері ІКТ, відсоток, на яких проводилось навчання власних спеціалістів складає

4-13 %. Це засвідчує необхідність спеціалізованих механізмів та інструментів розвитку людського капіталу в умовах цифровізації.

4. Зважаючи на потребу вартісного оцінювання людського капіталу і з'ясування його значущості для економічної діяльності підприємств машинобудування, обґрунтовано: метод визначення його вартості шляхом використання моделі АК (Р. Лукаса) на мікроекономічному рівні, на основі застосування методу виявлено незмінність вартісного вираження людського капіталу або його поступове зниження, а також недооціненість порівняно з основними засобами. Аналіз впливу людського капіталу на продуктивність праці, валовий прибуток на одну особу та дохід від використання праці одного працівника дозволив констатувати, що людський капітал не повною мірою використовується підприємствами у досягненні економічних результатів. Це свідчить про його обмеженість у формуванні доданої вартості з позиції рівня цифрового розвитку.

5. Враховуючи, що результативність використання людського капіталу залежить від умов її забезпечення, запропоновано методичні положення причинно-наслідкового аналізу такої залежності. На основі відбору економічних показників, що відображають умови та результати використання людського капіталу підприємствами машинобудування, методу таксономічного аналізу розраховано відповідні індекси, порівняння яких дозволяє визначати тип економічної поведінки підприємств: зорієнтовані на економічний результат, економічні процеси цифровізації, на цифровізацію і розвиток людського капіталу. Шляхом апробації методичних положень, виявлено, що практично всі підприємства досліджуваної вибірки належать до зорієнтованих на економічний результат з нижчим індексом умов забезпечення результативності використання людського капіталу. Це засвідчило потребу в заходах із розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки.

6. Результати дослідження напрямів підвищення ефективності використання людського капіталу на підприємствах машинобудування дали змогу розробити механізм проактивного його розвитку на засадах цифровізації.

Розроблений механізм базується на поєднанні заходів розвитку людського капіталу та економічному забезпеченні його реалізації, що формує здатність виробничо-економічної системи реалізовувати стратегії цифровізації. При цьому процеси розвитку людського капіталу проводяться формуванням цифрових компетентностей власників і працівників (базових, функціональних, операційних) шляхом найму, аутстафінгу фахівців, створенням і використанням корпоративного університету корпоративного університету підвищення цифрової кваліфікації з залученням цифрових платформ та симуляторів, оновленням активів, верифікацією цифрових компетентностей стратегіям цифровізації виробничо-економічної системи, а також економічними важелями розвитку – заробітної плати згідно з цифровими компетентностями, інвестиціями в цифровий розвиток людського капіталу, фондоозброєністю цифровими технологіями. Навчальні імперативи корпоративного університету підвищення цифрової кваліфікації повинні базуватись на цифрових інструментах, програмному забезпеченні та VR/AR симуляторах. Упровадження стратегій цифровізації бізнес-процесів, продукту, підприємства та цифрового аутсорсингу має бути синхронізованим з розвитком людського капіталу. Для цього запропоновано відповідні стратегіям дорожні карти.

7. Для впровадження і реалізації стратегій цифровізації підприємств машинобудування запропоновано методичний підхід до верифікації відповідних їм цифрових компетентностей людського капіталу. Шляхом використання методу аналізу ієрархій Т. Сааті для визначення значущості ефектів від цифрових компетентностей для стратегій (колективної цифрової компетентності, унікальності, функціональності, ефекту впливу власника), дослідження факторів впливу на формування кожної із груп, розрахунку індексу цифрової компетентності встановлено відповідний стратегіям їх набір. На основі чого розроблено опитувальник та рамки базових, функціональних та операційних цифрових компетентностей для працівників і власників. Це дозволить підприємствам машинобудування застосовувати ті цифрові компетентності, що з

вищою ймовірністю забезпечать отримання очікуваних результатів від впровадження стратегій цифровізації.

8. На основі прогностичного моделювання економічних ефектів розвитку людського капіталу для підприємств машинобудування запропоновано метод обрання його провідного важеля. Шляхом моделювання впливу на людський капітал показників умов економічного забезпечення його розвитку, подальшого економіко-математичного моделювання впливу вартості людського капіталу на чистий дохід визначено, що доцільність коригування заробітної плати згідно з цифровими компетентностями, забезпечення фондоозброєності шляхом цифровізації, інвестування у цифровий розвиток людського капіталу для підприємств є різною і залежить від наявної економічної політики або її зміни в разі наявності негативного ефекту. Підприємствам машинобудування варто зважено підходити до використання важелів економічного забезпечення розвитку людського капіталу в умовах цифровізації економіки, враховуючи наявну техніко-технологічну базу та фінансову спроможність.

Запропоновані наукові засади розвитку людського капіталу спрямовані на поглиблення економічної науки в частині його розгляду як продуктивного ресурсу цифровізації суб'єктів реального сектору економіки. Розроблені методичні положення та практичні рекомендації можуть бути використані на підприємствах машинобудування як прикладний інструментарій розвитку людського капіталу для підвищення дієздатності в цифровому економічному середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академія ДТЕК. (2023, Квітень 12). <https://www.academydtek.com/#lang=uk-UA>
2. Амоша, О. & Новікова, О. (2011). Соціальна відповідальність в контексті розвитку людського потенціалу. *Держава і суспільство*, 1, 122-127.
3. Антонюк, В.П. (2006). Соціально-економічні аспекти формування людського капіталу в Україні. *Демографія та соціальна економіка*, 1, 139-147.
4. Апаратні засоби Libre (2022, Грудень 5). *CAD: все про програмне забезпечення для автоматизованого проектування*. <http://surl.li/hevag>
5. АППАУ. (2023, Травень 12). Дорожні карти цифрової трансформації – як інструмент стратегічного планування та розвитку – як інструмент стратегічного планування та розвитку. <https://mautic.appau.org.ua/asset/60:policy-paper-roadmap-dx-v1docx>
6. Асоціація підприємств промислової автоматизації України (АППАУ). (2022, Жовтень 13). <https://appau.org.ua>.
7. АТ «Елміз». (2022, 2 жовтня). <http://www.elmiz.com/>
8. АТ «Перший Київський машинобудівний завод». (2022, 2 жовтня). <https://pkmz.com.ua/>
9. Балановська Т. І., Гавриш О. М. & Виржиковська, Б. (2020). Формування та розвиток цифрової компетентності працівників як складова антикризового управління організацією. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*, 1, 97-106.
10. БІТ. (2022, Грудень 5). *Налаштування мережевого обладнання*. <https://bit-dp.com/uk/it-pidtrimka/nalashtuannya-merezhevogo-obladnannya/>
11. Бутнік-Сіверський, О. (2013). Людський капітал в інтелектуальній економіці (економіко-правовий погляд і закордонний досвід). *Теорія і практика інтелектуальної власності*, 5, 3–10. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpiv_2013_5_2
12. Василів, В. Б. (2014). Інформаційні системи менеджменту персоналу: навчальний посібник. Рівне, НУВГП.

13. Гаврілова Л. Г. & Топольник Я. В. (2017). Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 5(61), 1-14.
14. Голікова, Н.В. (2002). Людський капітал – ключовий фактор економічного зростання. *Інноваційний фактор сталого економічного зростання: Зб. наук. пр. Ін-ту економіки НАН України*, 32-35.
15. Голікова, Н.В. (2004). *Людський капітал як фактор зростання та розвитку економіки* [автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук Інститут екон. прогноз. НАН України].
16. Гринько, Т. В.& Настиченко, Ю. В. (2021). Теоретичні засади стратегічного управління людським капіталом підприємства. *Економічний простір*, 176, 53-57. [doi:10.32782/2224-6282/176-8](https://doi.org/10.32782/2224-6282/176-8)
17. Грішнова, О. А., Дорош, О. В. & Шурпа, С. Я. (2015). Інвестування в людський капітал у системі чинників забезпечення гідної праці: монографія. К.:КНЕУ.
18. Грішнова, О.А. (2001). «Людський капітал» в системі економічних категорій. *Вісник КНУ, серія «Економіка»*, 49, 34-39.
19. Давидюк, Т. В. & Малюга, Н. М. (2017). Аналіз підходів до оцінки людського капіталу як об'єкта бухгалтерського спостереження. Проблемні аспекти та перспективи розвитку обліку, контролю, аналізу і оподаткування суб'єктів господарювання в умовах глобалізації економіки: кол. монографія. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 39-54. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/37900>
20. Давидюк, Т. В. (2011). Розвиток бухгалтерського обліку людського капіталу: теорія і методологія : монографія. Житомир: ЖДТУ.
21. Дергалюк Б. В. Роль інтелектуального капіталу для здійснення структурної модернізації регіональної економіки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 5-6. С. 17–20. [doi: 10.32702/2306-6814.2020.5-6.17](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.5-6.17)
22. Державна система правової охорони інтелектуальної власності (2022). *ВОІВ: оприлюднено Глобальний інноваційний індекс 2022 року*. (2023, Лютий 18). <https://ukrpatent.org/uk/news/main/wipo-global-innovation-index-2022-29092022>

23. Державна служба статистики України. (2022, 5 жовтня). <https://www.ukrstat.gov.ua/>
24. Дзямуніч, М.І. (2004). *Соціально-економічні форми робочої сили та умови її відтворення в перехідній економіці України* [автореф.дис. на здобуття наукового ступеня канд. економічних наук Київський національний економічний університет].
25. Дія (2021). Цифрова грамотність населення України.
26. Дія. Державні послуги онлайн.(2023, Березень 10). <https://diia.gov.ua/>
27. Дія. Освіта (2021). *Дослідження цифрових навичок українців*. (2023, Лютий 18). <https://osvita.diia.gov.ua/research>
28. Дія. Освіта. Цифрограм (2022, Грудень 15). <https://osvita.diia.gov.ua/digigram>
29. Дія.QR (2023, Березень 10). <https://diia.gov.ua/services/diyaqr>
30. Дія.Освіта. (2023, Березень 10). <https://osvita.diia.gov.ua/>
31. Дія.Шеринг (2023, Березень 10). <https://paperless.diia.gov.ua/>
32. Довгань Л. Є. & Дудукало Г. О. (2012). Формування організаційно-економічного механізму ефективного управління підприємством. *Журнал національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”*: Економічний вісник НТУУ “КПІ”, 48. <http://economy.kpi.ua/uk/node/376>.
33. Драган, О. І. (2011). Методичні підходи до оцінки людського капіталу на підприємстві харчової промисловості. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*, 26, 168–171. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/2676>
34. Економічна правда (2020). *Цифровий розкол в керівництві: як конфлікт поколінь гальмує впровадження нових технологій*. (2023, Травень 10). <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/06/10/661587/>
35. Енциклопедія сучасної України (2019, Березень 10). *Людський капітал..* Взято з <https://esu.com.ua/article-59916>
36. Європейська бізнес асоціація (2021). *Індекс цифрової трансформації*. (2023, Лютий 14). https://eba.com.ua/wp-content/uploads/2021/05/digital-index_ukr1.pdf

37. Закон України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні» № 1667-IX (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20#Text>
38. Закон України «Про цифровий контент та цифрові послуги» № 3321-IX (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3321-20#Text>
39. Залознова, Ю.& Азьмук, Н. (2022). Людський капітал України в умовах війни: втрати та здобутки. *Економіка та суспільство*, (38). [doi:10.32782/2524-0072/2022-38-59](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-59)
40. Інформаційне агентство Interfax-Україна (2022). *Нацпрограма з цифровізації України передбачає \$100 млн інвестицій*. (2022, Жовтень 17). <https://interfax.com.ua/news/telecom/843667.html>
41. ІТ – столиця. (2023, Квітень 12). *Курси AutoCAD*. <https://itstolytsa.ua/uk/kursy-ua/inzhenerna-hrafika/kursy-autocad>
42. Казак, О. О., & Обелець, Т. В. (2020). New industrial policy in Central and Eastern Europe: development's experience and conclusions for Ukraine. *Інвестиції: практика та досвід*, (5-6), 29-37.
43. Капустян, В.О. & Жуковська, О.А. (2021). *Економетрика: підручник для студентів спеціальності 075 "Маркетинг"*. Київ: ВД "Освіта України".
44. Климко, С.Г. (2002). Потенціал і використання людського капіталу в умовах трансформаційних змін: методологічний аспект. *Економіка і управління*, 4, 17-21.
45. Кожушко, О. (2010). Використання методу таксономії для оцінки рівня захисту інтелектуального капіталу промислових підприємств. *Економічний аналіз*, 7, 286–289. http://www.library.tane.edu.ua/images/nauk_vydannya/5SijDC.pdf.
46. Корпоративний університет «Нова Пошта». (2023, Квітень 12). <https://cunp.com/en/programi-1>
47. Кравець, А. (2013). Особливості впровадження стратегічного управління на машинобудівних підприємствах України. *Ефективна економіка*, 12. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2565>

48. Крисак, А. І.(2014). Таксономічний аналіз як методологічний прийом оцінювання ефективності регулювання земельних відносин. *Економічний аналіз*, 1 (17), 66-70. http://nbuv.gov.ua/UJRN/escan_2014_17%281%29_12
49. Куйбіда, В., Петроє, О., Федулова, Л. & Андрощук, Г. (2019). Цифрові компетенції як умова формування якості людського капіталу. *Збірник наукових праць Національної академії державного управління при Президентові України*, 1, 118-133.
50. Ліга Закон (2023). *Майже третина бізнесу скаржиться на проблеми з пошуком персоналу – опитування.* (2023, Червень 12). https://biz.ligazakon.net/news/219574_mayzhe-tretina-bznesu-skarzhitsya-na-problemi-z-poshukom-personalu---opituvannya
51. Лукашевич, В.М. (2010). *Економіка праці та соціально-трудова відносини*: навчальний посібник. Львів: «Новий світ – 2000».
52. Марченко, В. М., Шутюк, В.В. (2018). *Логістика : підручник*. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського.
53. Маслов, А. (2011). Теорія інформаційного суспільства як методологічна основа теорії інформаційної економіки. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*, 123, 24-28. http://bulletin-econom.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/01/123_5.pdf
54. Мельник, Л. Г., Карінцева, О. І., Кубатко, О. В., Сотник, І. М. & Завдов'єва Ю. М. (2020). Цифровізація економічних систем та людський капітал: підприємство, регіон, народне господарство. *Механізм регулювання економіки*, 2, 9-28. doi:10.21272/mer.2020.88.01
55. Мельничук В.Е. (2017). Імплементация аутсорсингу как элемента технологической модернизации ИТ-галузі України. *Наука та освіта в умовах трансформації суспільства*: тези доп. всеукр. конф. студ., асп. та мол. вч. (с.62-63). м.Київ. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/8082>
56. Мельничук, В. & Гирявець, Д. (2019) Реактивний і проактивний стиль керування персоналом. *Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій*: тези доп. всеукр.

- наук.-практ. конф. (с.91-92). м. Київ. https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/06/global_2019_1.pdf
57. Мельничук, В.Е. & Борданова Л.С. (2019). Особливості людського капіталу у векторі економіки знань. *Актуальні проблеми економіки та управління в умовах системної кризи: тези доп. міжн. наук.-практ. інт. конф. (с.362-364).* м. Львів. [https://aprostir.org.ua/wp-content/uploads/2019/11/Zbirnyk_conf LI-MAUP_27.11.2019.pdf#page=362](https://aprostir.org.ua/wp-content/uploads/2019/11/Zbirnyk_conf_LI-MAUP_27.11.2019.pdf#page=362).
 58. Мельничук, В.Е. & Бояринова, К.О. (2023а). Цифровізація розвитку людського капіталу. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського»*, 25. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-5651.25.2023.3>
 59. Мельничук, В.Е. & Бояринова, К.О. (2023б). Формування механізму розвитку людського капіталу машинобудівних підприємств на засадах цифровізації. *Економічний аналіз*, 33(2), 175-184. doi: [10.35774/econa2023.02.175](https://doi.org/10.35774/econa2023.02.175).
 60. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017а). Сучасні орієнтири упровадження проактивної поведінки. *Соціально-трудова сфера: сучасний стан, проблеми та стратегічні напрями розвитку* : тези доп. міжнар. наук.-практ. інт.конф. (с.145-147). м.Київ. <http://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/22986/144-146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 61. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017б). Теорія економічних механізмів як засіб зворотного проектування. *Моделювання та прогнозування економічних процесів: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (с. 60-61).* м. Київ. <https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/06/mpep2017.pdf>.
 62. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017в). Кооперативний сектор як основа соціально-орієнтованої економіки. *Модернізація економіки в умовах зростання суспільної свідомості: туризм, людиномірність, партнерство, кооперація: тези доп. всеукр. наук.-практ. інт. конф. (с.482-484).* м. Полтава. <http://www.tourism.puet.edu.ua/files/proceedings141217.pdf#page=483>
 63. Мельничук, В.Е. (2022а). Еволюція ролі людського капіталу в сучасних умовах. *Моделювання та прогнозування економічних процесів: зб. тез доп.*

- XVI Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. (с.128). м. Київ.
<https://ecocyber.fmm.kpi.ua/uk/nauka/regulyarni-naukovi-zahody/konferencziyi/#>
64. Мельничук, В.Е. (2022б). Передумови цифровізації розвитку людського капіталу в Україні. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи*: зб. Тез доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (с.133). м. Київ.
<http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/271915>
 65. Мельничук, В.Е. (2023а). Роль людського капіталу в цифровому економічному середовищі. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи*: зб. Тез доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф.(с.46). м. Київ.
<http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/279678>
 66. Мельничук, В.Е. (2023б). Діагностика умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування за наслідками цифровізації. *Журнал стратегічних економічних досліджень*, 3(14), 46-57.
[doi:10.30857/2786-5398.2023.3.5](https://doi.org/10.30857/2786-5398.2023.3.5)
 67. Мельничук, В.Е. (2023в). Цифрові компетентності людського капіталу в реалізації цифрових стратегій підприємств машинобудування. *Бізнес-інформ*, 7, 91-99. doi: [h10.32983/2222-4459-2023-7-91-9](https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-91-9)
 68. Міністерство цифрової трансформації (2021). *Опис рамки цифрової компетентності для громадян України DigCompUA for Citizens 2.1*. (2023, Червень 10).
https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoyi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf
 69. Назарко, С., Канцур, І. & Познанська, І. (2022). Управління людським капіталом в умовах війни. *Економіка та суспільство*, (41). doi:10.32782/2524-0072/2022-41-32
 70. НІСД (2022, 10 Грудень). *Огляд цифрової трансформації економіки України*.
<https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/ohlyad-tsyfrovoyi-transformatsiyi-ekonomiky-ukrayiny>

71. Овчарук, О.В. (2020). Європейська стратегія визначення рівня компетентності у галузі цифрових технологій: рамка цифрової компетентності для громадян. *Освітній вимір*, 5, 25–36. doi: 10.31812/educdim.v55i0.4381
72. Олешко, А. А., Усатенко, А. О. (2019). Формування та розвиток цифрової компетентності персоналу. *Інвестиції: практика та досвід*, 23, 16-19.
73. ПАТ "Крюківський вагонобудівний завод". (2022, 2 жовтня). <https://www.kvsz.com/>
74. ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад» (2022, 2 жовтня). <https://www.electronprylad.com.ua/ua.php>
75. Платформа дистанційного навчання Sikorsky. (2023, 10 березня). <https://www.sikorsky-distance.org/>
76. ПрАТ «Вентиляційні системи». (2022, 2 жовтня). <https://vents.ua/ua/>
77. ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»». (2022, 2 жовтня). <https://prylad.com.ua/>
78. ПрАТ «Київполіграфмаш». (2022, 2 жовтня). <http://www.poligraphmash.com.ua/>
79. ПрАТ «Київський радіозавод». (2022, 2 жовтня). <http://krz.kiev.ua/>
80. ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод». (2022, 2 жовтня). <https://www.nicmas.com/uk/>
81. Ратушняк, А. (2016). *Впровадження ERP систем*. <http://repository.vsau.org/getfile.php/1513.pdf>
82. Риковська, О.В. (2012). Людський капітал сільської місцевості: сучасний стан, напрями якісного вдосконалення. *Економіка розвитку*, 4(64), 40-45.
83. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2025 року та затвердження плану заходів щодо її реалізації» № 1467-р (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1467-2021-%D1%80#Text>
84. Свеженцев, О.О. (2016). Перспективи розвитку машинобудівної галузі України: формування нової концепції промислової політики. *Управління розвитком*, 2(184). <https://www.univd.edu.ua/science-issue/issue/834>

85. Семигіна Т. & Федюк В. (2022). Цифрова компетентність як інструмент регулювання ринку праці. *Економіка та суспільство*, 40. [doi:10.32782/2524-0072/2022-40-41](https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-41)
86. Сміт, А. (2001). *Добробут націй. Дослідження про природу та причини добробуту націй*. К.: Port-Royal.
87. Смоляр, Л., Іляш, О. & Трофименко, О. (2021). Трансформаційні ефекти цифровізації у забезпеченні розвитку промислового виробництва в умовах Індустрії 4.0. *Підприємництво та інновації*, (21), 24-30. [doi:10.37320/2415-3583/21.4](https://doi.org/10.37320/2415-3583/21.4)
88. Спілка автоматизаторів бізнесу (2022, Грудень 5). <https://account.kiev.ua/itc/>
89. Судово-юридична газета (2021). *Мінцифра побудує екосистему DESI: для чого вона потрібна*. (2022, Листопад 15). <https://sud.ua/ru/news/ukraine/224108-mintsifra-pobuduye-ekosistemu-desi-dlya-chogo-vona-potribna>
90. Терещенко Д. А. (2020). Формування механізмів державного управління розвитком людського капіталу. *Інвестиції: практика та досвід*, 4, 103–108. [doi: 10.32702/2306-6814.2020.4.103](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.4.103)
91. ТОВ «Укрелектроапарат». (2022, 2 жовтня). <https://uea.com.ua/>
92. Трофименко, О., Дорошкевич, Д. & Джадан, І. (2020). Використання засад глобальних цілей сталого розвитку для забезпечення розвитку промисловості України. *Підприємництво та інновації*, (11-1), 118-125. [doi: 10.37320/2415-3583/11.40](https://doi.org/10.37320/2415-3583/11.40)
93. Тульчинська, С. О. (2023). Цифровізація як фактор розвитку регіональних економічних систем в умовах становлення постіндустріального суспільства. *Інвестиції: практика та досвід*, 6, 13–17.
94. Українська правда (2023). *Які цифрові послуги доступні для підприємців у Дії* (2023, Березень 15). <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/03/2/697617/>
95. Український інститут майбутнього. (2023, Лютий 14). *Україна 2030Е — країна з розвинутою цифровою економікою*. <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html>

96. Федак, М. (2018). Індустрія 4.0 в машинобудуванні. Стан в Україні та перспективи розвитку: аналітичний звіт. Індустрія 4.0. в Україні. (2019, Грудень 3). <http://surl.li/erdko>
97. Хімченко, А. М., Лех, Т. А. (2012). Генезис теорії людського капіталу. *Ефективна економіка*, 5. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1131>
98. Центр Разумкова (2018). *Розвиток людського капіталу: на шляху до якісних реформ.* (2023, Лютий 17). https://razumkov.org.ua/uploads/article/2018_LUD_KAPITAL.pdf
99. Центр Разумкова (2020). *Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти.* (2023, Лютий 18). https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf
100. Цифрова Адженда України – 2020 (2022, 10 Грудень). <https://ucci.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf>
101. Чепелюк, М. І. (2021). *Інструментарій стратегічного управління в контексті сучасних концепцій та трендів світового економічного розвитку: монографія.* Харків: ФОП Лібуркіна Л. М..
102. Чорна Л. О. & Зачоса О. Д. (2017). Механізм управління розвитком людського капіталу за умов активізації економіки знань. *Економіка та держава*, 3, 36–38.
103. Шевченко, Д. В. (2021). Інвестиції в людський капітал як фактор підвищення конкурентних переваг економіки. *Інноваційна економіка*, (5-6), 51-56. <http://188.190.43.194:7980/jspui/bitstream/123456789/10243/1/%D0%86%D0%9A-5-6-21-51-56.pdf>
104. Яловий, Г.К. (2015). Теорія людського капіталу як методологія формування інноваційної системи. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*, 12, 20-28. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/13812/1/6.pdf>
105. А4. (2022, Грудень 5). *Що таке SAP ERP та яку програму викростовувати як альтернативу в Україні.* <https://a4.com.ua/scho-take-sap-erp/>
106. Becker, G.S. (1993). *Human Capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education.* Chicago: The University of Chicago Press.

107. Biswas, S. (2023). The function of chat GPT in social media: According to chat GPT. SSSN. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4405389
108. Blog.imena.ua (2019). В Києві презентували дослідження «*Digital Transformation Readiness*». (2023, Лютий 18). <https://www.imena.ua/blog/digital-transformation-readiness/>
109. Bowen, H.R. (1968). *Investment in Human Capital and Economic Growth: Perspectives on Economic Growth*. N.Y: Greenwood.
110. Brooking, A. (1999). *Intellectual Capital: core asset for the third millennium enterprise*. London: International Thomson Business Press.
111. Carretero Gomez, S., Vuorikari, R. & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use. *Publications Office of the European Union*, Luxembourg. doi:10.2760/38842.
112. Chas.news. (2023, Лютий 12). Кількість користувачів «Дії» зросла до 18,6 млн людей — Мінцифри. <https://chas.news/news/kilkist-koristuvachiv-dii-zrosla-do-186-mln-lyudei-mintsifri>
113. Chernousova, Z. & Melnychuk, V. (2023). Analytics of the human capital of industrial enterprises in conditions of digitalization of economics. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (72), 33-39. doi: [10.15587/2706-5448.2023.286625](https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286625).
114. Cobb, C. W. & Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. *American Economic Review*, 18, 139–165.
115. CRM (2022, Грудень 5). <https://crm.ua/>
116. Denison, E.(1962). *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives before us*. N.Y.: Committee for Economic Development.
117. Digital Adoption Index – DAI. (2022, November 18). <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index>
118. Digital Evolution Index – DEI. (2022, November 18). <https://knoema.com/DEI2020/digital-evolution-index-dei>

119. Digital Planet (2017). *How competitiveness and trust in digital economies vary across the world*. (2022, 15 листопада). https://sites.tufts.edu/digitalplanet/files/2020/03/Digital_Planet_2017_FINAL.pdf
120. Edvinsson, L. & Malone, M. (1997). *Intellectual Capital. Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Roots*. N.Y.: Harper Business.
121. Eighing, K. (2014). *Industrial policy on the path of sustainable growth*. (2022, October 18). <http://www.foreurope.eu>
122. EU4Digital (2020). *Індекс цифрової економіки та суспільства (DESI)*. (2022, Листопад 15). <https://eufordigital.eu/uk/library/digital-economy-and-society-index-desi-2020/>
123. EU4Digital (2021). *Цифрова компетентність. Які навички слід розвивати під час пандемії?* (2023, Травень 10). <https://eufordigital.eu/uk/digital-competence-what-skills-do-you-need-to-develop-during-the-pandemic/>
124. Eurostat (2022, November 13). <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
125. Fischer, S., Dornbusch, R. & Schmalensee R. (1988). *Economics*. N.Y.: McGraw-Hill Education.
126. Fisher, I. (1927). *The Nature of Capital and income*. N.Y: The Macmillan Company.
127. Flamholtz, E. (1972). Human Resource Accounting: A Review of Theory and Research Thirty-Second Annual Meeting of the Academy of Management. Minneapolis, Minnesota. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-6486.1974.tb00872.x>.
128. Frontier issues. (2019, January 11). The impact of the technological revolution on labour markets and income distribution. https://www.un.org/development/desa/dpad/wpcontent/uploads/sites/45/publication/2017_Aug_Frontier-Issues-1.pdf
129. Gemmell, N. (1995). Endogenous growth, the Solow model and human capital. *Econ Plann*, 28, 169–183. [doi:10.1007/BF01263636](https://doi.org/10.1007/BF01263636)
130. Genius Space (2023, 10 березня). <https://genius.space/>
131. Gergen, K. J. & Gergen, M. M. (1986). *Social Psychology*. NY: Springer New York. [doi:10.1007/978-1-4615-7866-6](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7866-6)

132. Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252: 119869. doi: [10.1016/j.jclepro.2019.119869](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869)
133. Global Connectivity Index, GCI. (2022, November 18). <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/>
134. Global Innovation Index – GII. (2022, November 18). https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/
135. Human Capital Index - HDI. (2022, November 18). <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>
136. IBM. (2023, June 24). *What is digital transformation?* <https://www.ibm.com/topics/digital-transformation>
137. INDUSTRY4UKRAINE. (2023, Лютий 15). *Про Індустрію 5.0 – чому це стає актуальним для України.* <https://www.industry4ukraine.net/publications/pro-industriyu-5-0-chomu-cze-staye-aktualnym-dlya-ukrayiny>
138. IT –enterprise (2018). *Віртуальна реальність (VR): приклади використання в промисловості.* (2022, 8 Грудень). <https://www.it.ua/articles/virtualnaja-realnost-vr-luchshie-praktiki>
139. IT-enterprise. (2022а, Грудень 5). *Augmented Reality, AR.* <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar>
140. IT-enterprise. (2022б, Грудень 5). *Business Process Management, BPM.* <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/business-process-management-bpm>
141. IT-enterprise. (2022в, Грудень 5). *Product Lifecycle Management, PLM.* <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/product-lifecycle-management-plm>
142. IT-enterprise. (2022г, Грудень 5). *Manufacturing Execution System, MES.* <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/manufacturing-execution-system-mes>

143. IT-enterprise. (2022д, Грудень 5). *PDM (Product Data Management)*.
<https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/product-data-management-pdm>
144. Jones M.D., Hutcheson S. & Camba J.D. (2021). Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 936-948. doi:10.1016/j.jmsy.2021.03.006.
145. Lamarre, E., Smaje, K. & Zemmel, R. (2023). Rewired: The McKinsey Guide to Outcompeting in the Age of Digital and AI. New Jersey: Wiley
146. Liga Zakon (2022). Як цифровізувати свій бізнес: безоплатне навчання для підприємців. (2023, Березень 10). https://biz.ligazakon.net/news/212235_yak-tsifrovzuvati-svy-bznes-bezoplatne-navchannya-dlya-pdprymtsv
147. Lucas, R. (1988) On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 22, 3-42. <https://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon-thibault/lucasmechanicseconomicgrowth.pdf>
148. М.Е.Дос. (2022, Грудень 5). <https://medoc.ua/>
149. Machlup, F. (1984). *The Economics of Information and Human Capital*. Princeton: University Press.
150. Marshall, A. (1997). *Principles of Economics (Great Minds)*. New York: Prometheus Books.
151. Mautic-АППАУ (2018). Стратегія розвитку «Індустрія 4.0». (2019, Грудень 5). <https://mautic.appau.org.ua/asset/1:analytical-report-digital-transformation-in-machine-building-ukrainepdf>
152. McKinsey Global Institute (2017). *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*. (2019, January 10). <http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessingautomation-for-a-future-that-works>
153. McKinsey&Company. (2022, April 13). Capturing the true value of Industry 4.0. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/capturing-the-true-value-of-industry-four-point-zero>

154. McKinsey. (2023, July 1). What is digital transformation?.
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-transformation>
155. Melnychuk, V. & Boiarynova, K. (2022). Formation of digital competencies of human capital of machine-building enterprises. *Management*, 2(36), 34–45. doi: 10.30857/2415-3206.2022.2.3.
156. Melnychuk, V. (2019). Transformation of the role of human capital in terms of information economy. *Economic Bulletin of National technical university of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute*”, 16. doi: [10.20535/2307-5651.16.2019.181356](https://doi.org/10.20535/2307-5651.16.2019.181356)
157. Melnychuk, V., Pavloshchuk, O. & Roshchyna, N. (2019). Transformation of the process of hiring employees under the influence of Information Technologies. *Mechanism of regulation of economics*, 3, 49-57. doi: [10.212272/mer.2019.85.05](https://doi.org/10.212272/mer.2019.85.05).
158. Melnychuk, V., Roshchina, N.& Bordanova, L. (2018). Features of the process of industrialization in the modern stage of economic relations *Economic Bulletin of National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute"*, 15. doi: [10.20535/2307-5651.15.2018135913](https://doi.org/10.20535/2307-5651.15.2018135913)
159. Mill, J. (1920). *Principles of Political Economy*. London: Longman’s, Green and co.
160. Mincer, J. (1958). Investment in Human Capital and Personal Income Distribution. *Journal of Political Economy*, 4(66), 281-302.
161. Mincer, J. (1991). Human Capital, Technology, and the Wage Structure: What do the Time Series Show ? *NBER. Working Paper*, 3581.
162. Mishchuk, Y., Dergaliuk, B., Ilchenko, V., Polishchuk, I., & Rtyshchev, S. (2021). The mechanism of ensuring economic security of strategic interests of machine-building enterprises of Ukraine. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 17, 145–154. doi: [10.37394/232015.2021.17.15](https://doi.org/10.37394/232015.2021.17.15)
163. Mohamed, E. (2020). The Relation Of Artificial Intelligence With Internet Of Things: A survey. *Journal of Cybersecurity and Information Management*, 1(1), 30-34.
164. Networked Readiness Index – NRI. (2022, November 18).
<https://networkreadinessindex.org/>

165. ODTI. (2022, November 10). *Digital Maturity Index*.. <https://orgcmf.com/en-gb/pages/digital/dmiooverview/>
166. O'Sullivan, Kevin & Jr, William. (2007). Models for human capital management: Human resource management of intellectual capital. *International Journal of Learning and Intellectual Capital* . 4. doi:10.1504/IJLIC.2007.016338.
167. Pack H. & Saggi K. (2006). The Case for Industrial Policy: A Critical Survey *World Bank Policy Research Working Paper SSRN*, 3839. <https://ssrn.com/abstract=922965>
168. Parbudyal, S. & Finn, D. (2003). The effects of information technology on recruitment. *Journal of Labor Research*, 24, 395–408. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12122-003-1003-4>.
169. Petty, W. (1687). *The Economic Writings*. London: Cambridge University Press.
170. Pluta, W. (1977). Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
171. Popelo, O., Kychko, I., Tulchynska, S., Zhygalkevych, Z., & Treitiak, O. (2021). The impact of digitalization on the forms change of employment and the labor market in the context of the information economy development. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 21(5), 160-167.
172. Procom. (2023, Квітень 12). *Курсу BAS ERP*. <https://csoprocom.com.ua/study/kursy-bas/>
173. Prometheus (2023, 10 березня). <https://prometheus.org.ua/>
174. Publications Office of the European Union. (2021). *Industry 5.0: A Transformative Vision for Europe* (2022, October 15). <https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/38a2fa08-728e-11ec-9136-01aa75ed71a1>
175. Rebelo, S. (1990). *Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth*. *NBER Working Paper*, 3325. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3325/w3325.pdf
176. Robota.ua.(2023, Травень 10). <https://robota.ua/>

177. Romer, P.M. (1986). Increasing Returns and Long-Time Growth. *Journal of Political Economy*, 5(94), 1002-1037 .
178. Romer, P.M. (1990). Human capital and growth: Theory and evidence. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 23, 251-286. doi:10.1016/0167-2231(90)90028-J
179. Saaty, T. L. (2017). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces*, 24(6), 19–43. <http://www.jstor.org/stable/25061950>
180. Schultz, T. W. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 51 (1), 1-17.
181. Seutter, S. (2019). Intelligente digitale Ökosysteme in der Fertigungsindustrie. *Microsoft*. (2022, Dezember 5.). <https://www.microsoft.com/de-de/industry/blog/manufacturing/2019/12/05/intelligente-digitale-okosysteme-in-der-fertigungsindustrie/>
182. Shen , Y. (2021). Modeling and Research on Human Capital Accumulation Complex System of High-Tech Enterprises Based on Big Data. *Hindawi Complexity*. Article ID 6635228. doi:10.1155/2021/663522
183. Smith, A. (1977). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Chicago: University of Chicago Press.
184. Solow, R. (1956). M. A Contribution to the Theory of Economic Growth . *The Quarterly Journal of Economics*, 1 (70), 65—94.
185. Solow, R. (1956). The Production Function and the Theory of Capital. *The Review of Economic Studies*, 23 (2), 101-108.
186. Speka.media (2023). *Штучний інтелект замість HR. Як автоматизувати наймання співробітників*. (2023, Червень 15). <https://speka.media/shtuchnij-intelekt-zamist-hr-yak-avtomatizuvati-najmannya-spivrobitnikiv-poz5dv>
187. Sveiby, K.E. (1998) Measuring Intangibles and Intellectual Capital: An Emerging First Standard. <http://www.sveiby.com.au/EmergingStandard.htm>
188. Swan, T.W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *The Economic Record* , 2 (32), 334—361.

189. Szabó-Szentgróti, G., Végvári, B. & Varga, J. (2021). Impact of Industry 4.0 and Digitization on Labor Market for 2030-Verification of Keynes' Prediction. *Sustainability*, 13(14):7703.
190. The Fletcher School at Tufts University & Mastercard. (2017). The Digital Evolution Index (DEI) (2022, 18 листопада). https://globalrisk.mastercard.com/wp-content/uploads/2017/07/Mastercard_Digital_Trust_PDFPrint_FINAL_AG.pdf
191. Townsend, A. & Bennett, J. (2003). Human resources and information technology. *Journal of Labor Research*, 24, 361–363. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12122-003-1000-7>.
192. Udemy. (2023, Квітень 12). *Курсу SAP*. <https://www.udemy.com/ru/courses/office-productivity/sap/>
193. UNDP (2021). Digital Maturity Assessment- Lao PDR. (2022, November 10). https://www.undp.org/laopdr/publications/digital-maturity-assesment-lao-pdr?fbclid=IwAR2QrV5wsz8ouT_zbmfDhxM24u0dkVqIlQ4eg6SfiayZnnEtTPyb3Ev0Yn0
194. Vitagro. (2023, Квітень 12). *Корпоративний університет*. <https://vitagro.com.ua/page/korporativniy-universitet>
195. Walras, L. (1898). *Études d'économie politique appliquée*. Lausanne & Paris: F. Rouge & F. Pichon.
196. Wezom (2022, 5 Грудень). *MRP системи, що це таке?* <https://wezom.com.ua/ua/blog/mrp-sistemy-hto-eto-takoe>
197. Work.ua. (2023, Травень 10). <https://www.work.ua/>
198. World Bank Group (2016). *Digital Dividends*. (2022, 18 листопада). <http://documents.worldbank.org/curated/en/896971468194972881/pdf/102725-PUB-Replacement-PUBLIC.pdf>

ДОДАТОК А

Показники економічної діяльності підприємств машинобудування, на базі яких побудовано модель для визначення показника людського капіталу на основі виробничої функції Кобба-Дугласа

Назва підприємства	Роки	Чистий дохід (Y), тис.грн	Основні засоби (K), тис.грн	Первісна вартість, тис.грн	Витрати на оплату праці (L), тис.грн.	Чисельність працівників (\bar{L}), люд
1	2	3	4	5	6	7
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	2017	17 000	5 000	20 000	6 200	151
	2018	14 000	4 500	18 000	7 600	136
	2019	19 000	5 400	19 000	9 400	131
	2020	14 189	4 921	17 074	9 054	134
	2021	25200	3191	14103	10720	134
АТ «Елміз»	2017	22 000	28 000	48 000	9 800	132
	2018	48 000	25 000	46 000	14 000	128
	2019	69 000	25 000	48 000	16 000	134
	2020	51 967	24 148	48 894	14 523	133
	2021	51622	27723	48067	15492	133
ПрАТ «Київполіграфмаш»	2017	28000	8700	21000	8500	93
	2018	23000	8000	21000	11000	100
	2019	24591	7108	20474	11667	97
	2020	27238	6318	20506	11825	97
	2021	29559	5736	20538	11825	97
ПрАТ «Київський радіозавод»	2017	37000	16000	65000	16426	188
	2018	42000	20000	66000	18528	161
	2019	51271	27756	78935	19817	186
	2020	36034	28253	80496	19581	138
	2021	47567	26494	78776	22391	136
АТ «Перший Київський машинобудівний завод»	2017	60000	270000	1300000	21000	431
	2018	73000	270000	1300000	22000	364
	2019	82000	270000	1300000	23000	326
	2020	84209	264943	1267297	23434	314
	2021	63746	268611	1362560	23387	294

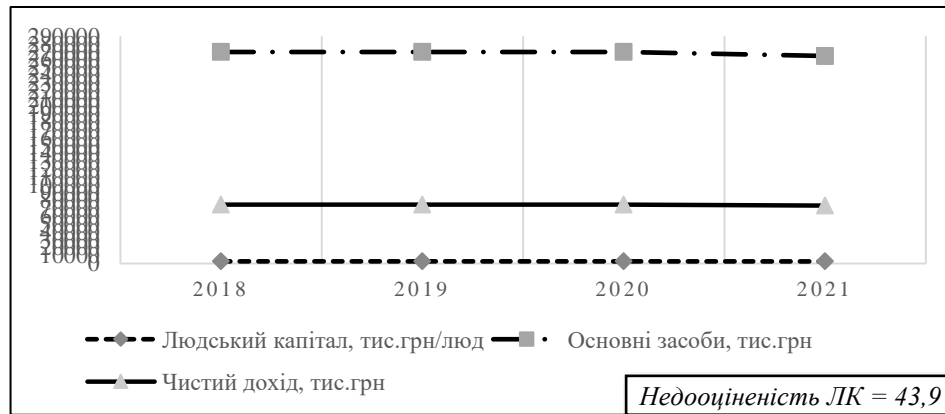
Продовження додатку А

1	2	3	4	5	6	7
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	2017	160000	180000	400000	73000	450
	2018	170000	170000	380000	91000	453
	2019	140000	160000	380000	89000	457
	2020	72332	141747	357022	57241	492
	2021	69946	129076	349288	68076	463
ТОВ «Укрелектроапарат»	2017	580000	87000	200000	67000	795
	2018	990000	110000	220000	120000	780
	2019	410000	110000	230000	90000	795
	2020	346636	92014	227885	71415	795
	2021	444195	85790	229892	86608	756
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	2017	290000	150000	190000	75000	878
	2018	340000	65000	190000	83337	684
	2019	257977	65000	190000	66203	492
	2020	347381	65216	180904	93397	500
	2021	348547	77188	195230	93492	500
ПрАТ «Вентиляційні системи»	2017	270000	2300000	460000	320000	2531
	2018	490000	2700000	730000	430000	2757
	2019	625092	2768571	962498	446688	2832
	2020	685887	3054850	1133338	452309	2814
	2021	3962697	861870	1424216	544076	2734
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	2017	527308	3847179	1113418	481216	5009
	2018	574900	5514137	1217559	861780	5304
	2019	598958	8310455	1304431	1093551	5630
	2020	583043	3337075	1354056	718899	5248
	2021	2561234	572044	1403179	576351	4380

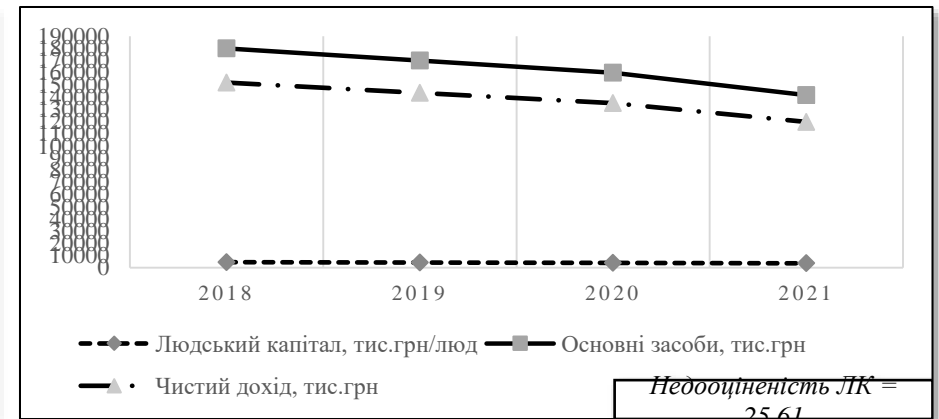
Складено за даними підприємств

ДОДАТОК Б

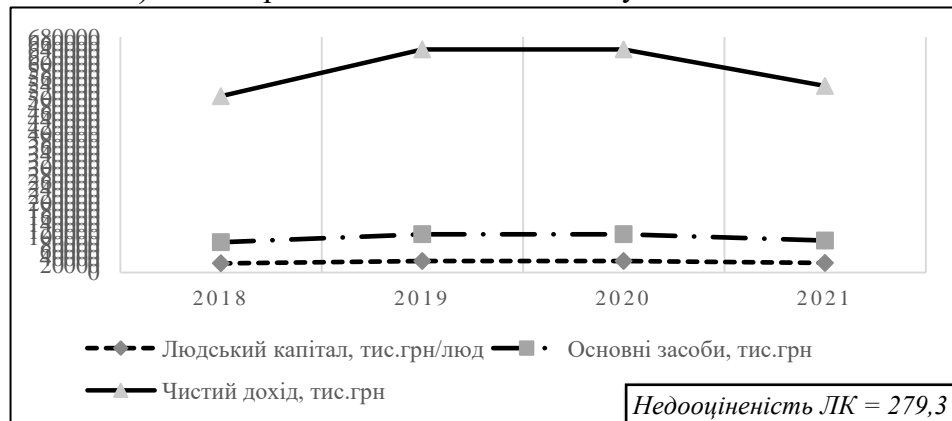
Динаміка зміни людського капіталу, основних засобів та чистого доходу підприємств машинобудування



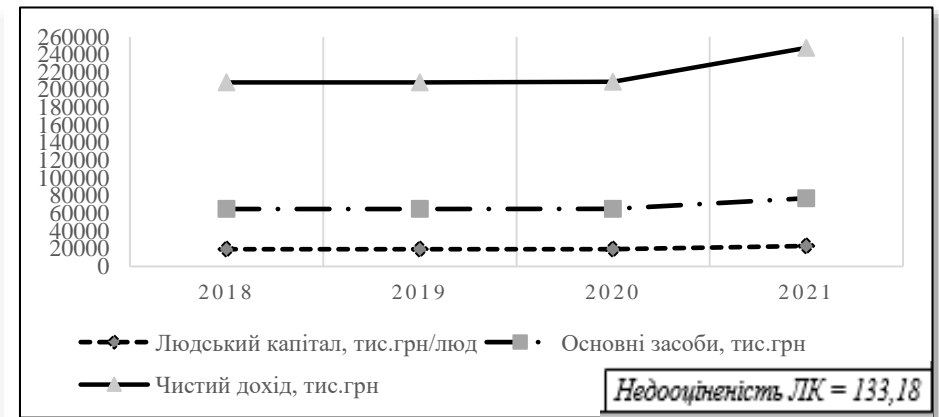
а) АТ «Перший Київський машинобудівний завод»



б) ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»

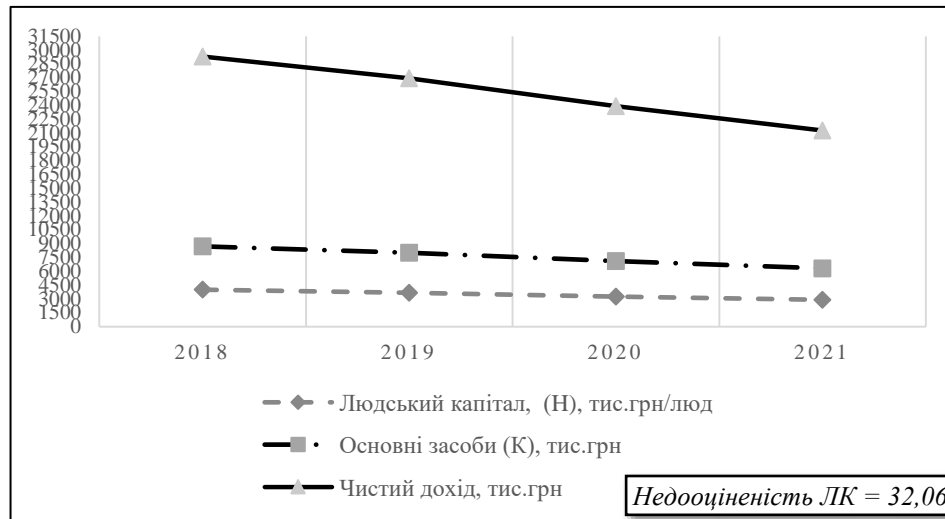


в) ТОВ «Укрелектроапарат»

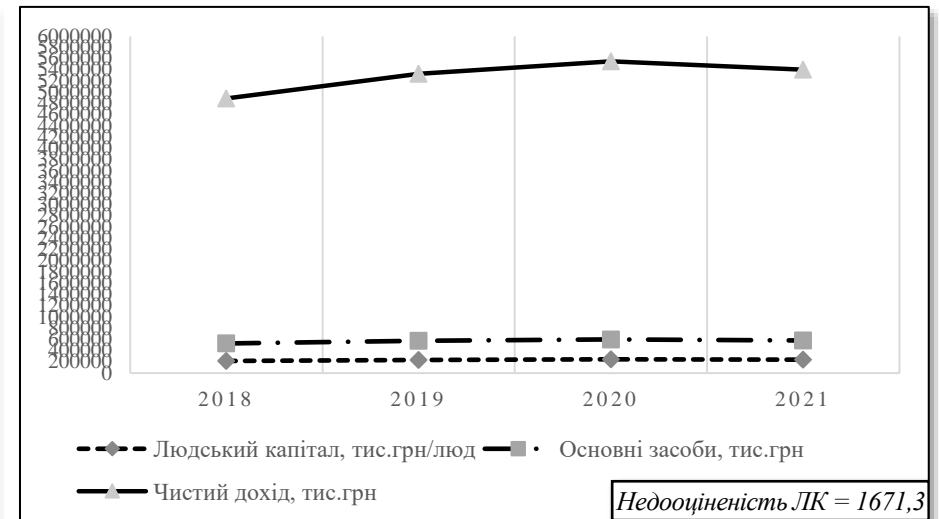


г) ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»

Рисунок Б.1 – Графічна інтерпретація динаміки зміни людського капіталу, основних засобів та чистого доходу підприємств: а; б; в; г (розраховано та складено автором за даними підприємств)



а) ПрАТ «Київполіграфмаш»



б) ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»

Рисунок Б.2 – Графічна інтерпретація динаміки зміни людського капіталу, основних засобів та чистого доходу підприємств: а; б

(розраховано та складено автором за даними підприємств)

ДОДАТОК В

Результати розрахунків та аналізу показників оцінювання умов забезпечення та результативності використання людського капіталу під впливом цифровізації

Таблиця В.1 – Результати розрахунків та аналізу показника «фондоозброєність» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне , тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	33,09	41,22	36,72	3,64	110,99	3,33	37,01	0,09	-0,88	-0,84	-0,85
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	741,76	828,22	843,77	102,01	113,75	44,87	804,58	0,06	2,69	2,78	2,83
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	375,28	350,11	288,10	-87,17	76,77	36,63	337,83	0,11	0,85	0,58	0,29
АТ «Елміз»	195,31	186,57	181,56	-13,75	92,96	5,68	187,81	0,03	-0,06	-0,17	-0,19
ТОВ «Укрелектроапарат»	141,03	142,86	135,31	-5,71	95,95	3,21	139,73	0,02	-0,33	-0,37	-0,40
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	95,03	132,11	130,43	35,40	137,25	17,10	119,19	0,14	-0,56	-0,42	-0,43
ПрАТ «Київський радіозавод»	124,22	149,23	204,73	80,51	164,81	33,64	159,39	0,21	-0,42	-0,34	-0,09
ПрАТ «Вентиляційні системи»	177,729 4	220,72	243,74	66,01152	137,1416	27,35742	214,065	0,12	-0,15	-0,01	0,09
ПрАТ «Київполіграфмаш»	80,00	73,28	65,13	-14,87	81,42	6,08	72,80	0,08	-0,64	-0,69	-0,73
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	108,39	106,39	111,10	2,71	102,50	1,93	108,62	0,02	-0,50	-0,54	-0,52
Середнє значення	207,18	223,07	224,06								
Стандартне відхил	198,77	217,47	219,19								

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця В.2 – Результати розрахунків та аналізу показника «Інвестиції на одну особу» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	88,24	106,87	96,81	8,58	109,72	7,62	97,31	0,08	-0,67	-0,70	-0,73
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	769,23	889,57	883,20	113,97	114,82	55,29	847,34	0,07	1,17	2,22	2,27
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	375,28	350,11	291,26	-84,01	77,61	35,20	338,88	0,10	0,11	0,21	0,01
АТ «Елміз»	1250,00	686,57	604,44	-645,56	48,35	286,93	847,00	0,34	2,47	1,47	1,21
ТОВ «Укрелектроапарат»	141,03	142,86	142,85	1,83	101,29	0,86	142,24	0,01	-0,53	-0,57	-0,55
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	135,96	193,09	245,69	109,72	180,70	44,81	191,58	0,23	-0,54	-0,38	-0,16
ПрАТ «Київський радіозавод»	335,40	265,87	367,25	31,85	109,50	42,33	322,84	0,13	0,00	-0,11	0,30
ПрАТ «Вентиляційні системи»	181,3565	227,08	249,61	68,25077	137,6335	28,39446	219,3474	0,12	-0,42	-0,25	-0,15
ПрАТ «Київполіграфмаш»	85,00	85,57	0,00	-85,00	0,00	40,20	56,86	0,71	-0,68	-0,78	-1,10
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,36	0,36	0,39	0,03	107,82	0,02	0,37	0,04	-0,91	-1,10	-1,10
Середнє значення	336,18	294,79	288,15								
Стандартне відхил	369,27	267,38	262,15								

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця В.3 – Результати розрахунків та аналізу показника «Загальний рівень плинності кадрів» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	-0,11	-0,04	0,02	0,13	-18,18	0,07	-0,04	-1,50	-0,43	-0,06	0,59
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	-0,18	-0,12	-0,04	0,14	22,22	0,07	-0,11	-0,62	-1,00	-0,62	0,08
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	0,01	0,01	0,07	0,06	700,00	0,03	0,03	1,15	0,55	0,30	1,01
АТ «Елміз»	-0,03	0,04	-0,01	0,02	33,33	0,04	0,00	0,00	0,22	0,51	0,34
ТОВ «Укрелектроапарат»	-0,02	-0,01	-0,13	-0,11	650,00	0,07	-0,05	-1,25	0,30	0,15	-0,67
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	-0,28	-0,39	0,02	0,3	-7,14	0,21	-0,22	-0,98	-1,82	-2,52	0,59
ПрАТ «Київський радіозавод»	-0,17	0,13	-0,35	-0,18	205,88	0,24	-0,13	-1,87	-0,92	1,14	-2,53
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,08	0,03	-0,01	-0,09	-12,50	0,05	0,03	1,35	1,12	0,44	0,34
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,07	-0,03	0,00	-0,07	0,00	0,05	0,01	3,85	1,03	0,01	0,42
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,06	0,06	-0,07	-0,13	-116,67	0,08	0,02	4,50	0,95	0,65	-0,17
Середнє значення	-0,057	-0,032	-0,05								
Стандартне відхил	0,12275	0,14219	0,1187								

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця В.4 – Результати розрахунків та аналізу показника «Валовий прибуток на одну особу» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	6,62	13,25	16,05	9,43	242,40	3,95	11,97	0,33	-1,17	-1,02	-0,75
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	109,89	156,44	132,62	22,73	120,68	19,01	132,98	0,14	-0,10	0,54	0,21
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	66,23	4,38	-21,16	-87,39	-31,96	36,69	16,48	2,23	-0,55	-1,11	-1,06
АТ «Елміз»	23,44	67,16	122,24	98,80	521,56	40,42	70,95	0,57	-0,99	-0,43	0,13
ТОВ «Укрелектроапарат»	294,87	25,97	68,53	-226,35	23,24	118,02	129,79	0,91	1,81	-0,88	-0,32
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	146,20	167,16	278,71	132,51	190,64	58,16	197,36	0,29	0,28	0,66	1,41
ПрАТ «Київський радіозавод»	80,75	71,54	0,00	-80,75	0,00	36,09	50,76	0,71	-0,40	-0,38	-0,88
ПрАТ «Вентиляційні системи»	290,1705	273,52	376,31	86,13905	129,6857	45,04772	313,3322	0,14377	1,76	1,82	2,22
ПрАТ «Київполіграфмаш»	40,00	45,19	48,93	8,93	122,32	3,66	44,70	0,08	-0,82	-0,67	-0,48
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	137,07	240,61	47,41	-89,66	34,59	78,94	141,70	0,56	0,18	1,46	-0,49
Середнє значення	119,52	106,52	106,96								
Стандартне відхил	96,766	91,756	121,42								

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця В.5 – Результати розрахунків та аналізу показника «Додана вартість людського капіталу» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	78	105	106	28	135,90	15,89	96,33	0,16	-1,52	-0,94	-1,15
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	185	244	277	92	149,73	46,61	235,33	0,20	-0,72	-0,31	-0,03
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	310	241	121	-189	39,03	95,64	224,00	0,43	0,22	-0,32	-1,06
АТ «Елміз»	160	215	259	99	161,88	49,60	211,33	0,23	-0,91	-0,44	-0,15
ТОВ «Укрелектроапарат»	484	173	202	-282	41,74	171,80	286,33	0,60	1,54	-0,63	-0,53
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	309	349	521	212	168,61	112,64	393,00	0,29	0,22	0,16	1,56
ПрАТ «Київський радіозавод»	228	210	278	50	121,93	35,23	238,67	0,15	-0,39	-0,46	-0,03
ПрАТ «Вентиляційні системи»	480	466	574	94	119,58	58,73	506,67	0,12	1,51	0,69	1,91
ПрАТ «Київполіграфмаш»	221	245	253	32	114,48	16,65	239,67	0,07	-0,45	-0,31	-0,19
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	348	879	231	-117	66,38	345,34	486,00	0,71	0,51	2,55	-0,34
Середнє значення	280,3	312,7	282,2								
Стандартне відхил	132,663	221,787	152,641								

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця В.6 – Результати розрахунків та аналізу показника «Співвідношення темпу зростання продуктивності праці до темпу зростання фонду оплати праці» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	1,12	1,74	0,83	-0,29	74,11	0,46	1,23	0,38	-0,96	1,22	-0,27
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	1,85	1,53	1,17	-0,68	63,24	0,34	1,52	0,22	-0,08	0,74	0,47
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	1,27	0,81	0,29	-0,98	22,83	0,49	0,79	0,62	-0,78	-0,92	-1,43
АТ «Елміз»	3,28	1,45	0,73	-2,55	22,26	1,31	1,82	0,72	1,66	0,55	-0,48
ТОВ «Укрелектроапарат»	3,18	0,32	0,86	-2,32	27,04	1,52	1,45	1,05	1,54	-2,04	-0,20
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	2,15	1,16	1,84	-0,31	85,58	0,51	1,72	0,29	0,29	-0,11	1,92
ПрАТ «Київський радіозавод»	1,75	0,98	1,26	-0,49	72,00	0,39	1,33	0,29	-0,20	-0,53	0,66
ПрАТ «Вентиляційні системи»	1,37	1,12	1,13	-0,24	82,48	0,14	1,21	0,12	-0,66	-0,20	0,38
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,87	1,28	1,12	0,25	128,74	0,21	1,09	0,19	-1,26	0,16	0,36
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	2,29	1,70	0,30	-1,99	13,10	1,02	1,43	0,71	0,46	1,13	-1,41
Середнє значення	1,913	1,209	0,953								
Стандартне відхил	0,82515	0,4348	0,4627								

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця В.7 – Результати розрахунків та аналізу показника «Співвідношення темпу зростання валового продукту та темпу зростання собівартості» підприємств машинобудування

Підприємства	Роки			Відхилення 2021 від 2019		Стандартне відхилення за 2019- 2021р.	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Нормалізовані значення показника		
	2019	2020	2021	абсолютне, тис. Грн	Відносне, %				Роки		
									2019	2020	2021
ПрАТ «Івано- Франківський завод «Промприлад»	0,11	1,53	1,75	1,64	1590,91	0,89	1,13	0,79	-0,99	0,75	0,36
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	0,64	1,36	0,59	-0,05	92,19	0,43	0,86	0,50	-0,24	0,49	0,01
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	0,93	0,07	-8,68	-9,61	-933,33	5,32	-2,56	-2,08	0,17	-1,54	-2,75
АТ «Елміз»	-0,43	2,25	3,04	3,47	-706,98	1,82	1,62	0,00	-1,76	1,88	0,74
ТОВ «Укрелектроапарат»	0,87	0,17	3,03	2,16	348,28	1,49	1,36	1,10	0,09	-1,38	0,74
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	1,09	1,12	1,43	0,34	131,19	0,19	1,21	0,16	0,40	0,11	0,26
ПрАТ «Київський радіозавод»	2,32	0,78	1,53	-0,79	65,95	0,77	1,54	0,50	2,15	-0,43	0,29
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,96	0,92	1,37	0,41	142,71	0,25	1,08	0,23	0,22	-0,21	0,25
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,77	1,03	0,97	0,2	125,97	0,14	0,92	0,15	-0,05	-0,03	0,13
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,82	1,28	0,41	-0,41	50,00	0,44	0,84	0,52	0,02	0,36	-0,04
Середнє значення	0,808	1,051	0,544								
Стандартне відхил	0,70373	0,63677	3,35969								

Розраховано автором за даними підприємств

ДОДАТОК Д

Показники умов та результатів використання людського капіталу на підприємствах машинобудування

Таблиця Д.1 – Вихідні дані показників умов та результатів використання людського капіталу на підприємствах машинобудування, 2021 р.

Підприємства	Умови забезпечення результативності людського капіталу					Результативність використання людського капіталу				
	Ч _{оп/пр}	ЗП _{міс}	Ф	І	Кп	П _{пр}	ВП _{оо}	ДВ _{лк}	ТВП/с	Т _{при/фон}
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	0,44	6666,67	36,72	96,81	0,02	93,97	16,05	108,14	0,83	1,75
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	0,33	7364,65	843,77	883,20	-0,04	268,18	132,62	226,54	1,17	0,59
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	0,80	9767,78	288,10	291,26	0,07	147,02	-21,16	120,98	0,29	-8,68
АТ «Елміз»	0,28	9099,62	181,56	604,44	-0,01	390,73	122,24	259,25	0,73	3,04
ТОВ «Укрелектроапарат»	0,21	8751,84	135,31	142,85	-0,13	509,76	68,53	202,00	0,86	3,03
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	0,27	15566,1	130,43	245,69	0,02	694,76	278,71	520,61	1,84	1,43
ПрАТ «Київський радіозавод»	0,54	11824,2	204,73	367,25	-0,35	261,12	0,00	186,95	1,26	1,52
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,15	13394,6	243,74	249,61	-0,01	1085,59	376,31	574,25	1,13	1,37
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,43	10158,9	65,13	0,00	0,00	280,80	48,93	252,54	1,12	0,97
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,22	11415,4	111,10	0,39	-0,07	635,88	47,41	231,10	0,30	0,41
Тип ознаки	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Середнє значення обраного показника	0,37	10401,0	224,06	288,15	-0,05	436,78	106,96	268,24	0,95	0,54
Середнє квадратичне відхилення показника	0,19	2723,01	231,05	276,33	0,12	301,79	128,00	156,03	0,46	3,36

Примітка: «+» – стимулятори; «-» – дестимулятори

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця Д.2 – Вихідні дані показників умов та результатів використання людського капіталу на підприємствах машинобудування, 2020 р.

Підприємства	Умови забезпечення результативності людського капіталу					Результативність використання людського капіталу				
	Ч _{оп/пр}	ЗП _{міс}	Ф	І	Кп	П _{пр}	ВП _{оо}	ДВ _{лк}	Т _{прп/фоп}	ТВП/с
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	0,33	5979,64	41,22	106,87	-0,04	125,83	13,25	104,58	1,74	1,53
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	0,32	6691,97	828,22	889,57	-0,12	251,53	156,44	244,17	1,53	1,36
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	0,63	16058,35	350,11	350,11	0,01	306,35	4,38	241,33	0,81	0,07
АТ «Елміз»	0,22	9470,15	186,57	686,57	0,04	514,93	67,16	215,45	1,45	2,25
ТОВ «Укрелектроапарат»	0,22	9740,26	142,86	142,86	-0,01	532,47	25,97	173,25	0,32	0,17
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	0,26	11213,25	132,11	193,09	-0,39	524,34	167,16	348,85	1,16	1,12
ПрАТ «Київський радіозавод»	0,39	8878,58	149,23	265,87	0,13	275,65	71,54	210,41	0,98	0,78
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,16	13144,07	220,72	227,08	0,03	977,60	273,52	466,12	1,12	0,92
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,47	10023,20	73,28	85,57	-0,03	253,52	45,19	244,85	1,28	1,03
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,13	16186,37	106,39	0,36	0,06	1476,10	240,61	878,93	1,70	1,28
Тип ознаки	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Середнє значення обраного показника	0,31	10738,58	223,07	294,79	-0,03	523,83	106,52	312,79	1,21	1,05
Середнє квадратичне відхилення показника	0,15	3489,50	229,24	281,85	0,14	411,96	96,72	221,74	0,44	0,64

Примітка: «+» – стимулятори; «-» – дестимулятори

Розраховано автором за даними підприємств

Таблиця Д.3 – Вихідні дані показників умов та результатів використання людського капіталу на підприємствах машинобудування, 2019 р.

Підприємства	Умови забезпечення результативності людського капіталу					Результативність використання людського капіталу				
	Ч _{оп/пр}	ЗП _{міс}	Ф	І	Кп	П _{пр}	ВП _{оо}	ДВ _{лк}	Т _{прп/фоп}	ТВП/с
ПрАТ «Івано-Франківський завод «Промприлад»	0,44	4656,86	33,09	88,24	-0,11	92,72	6,62	77,79	1,12	0,11
АТ «Перший Київський машинобудівний завод «	0,33	5483,06	741,76	769,23	-0,18	200,55	109,89	185,49	1,85	0,64
ПАТ «Науково-технічний комплекс «Електронприлад»	0,52	16275,39	375,28	375,28	0,01	375,28	66,23	309,60	1,27	0,93
АТ «Елміз»	0,29	8974,61	195,31	1250,0	-0,03	375,00	23,44	159,69	3,28	-0,43
ТОВ «Укрелектроапарат»	0,12	12820,51	141,03	141,03	-0,02	1269,23	294,87	484,23	3,18	0,87
ПрАТ «Полтавський турбомеханічний завод»	0,25	10153,14	95,03	135,96	-0,28	497,08	146,20	308,97	2,15	1,09
ПрАТ «Київський радіозавод»	0,44	9590,06	124,22	335,40	-0,17	260,87	80,75	228,12	1,75	2,32
ПрАТ «Вентиляційні системи»	0,14	11674,43	177,73	181,36	0,08	979,33	290,17	479,80	1,37	0,96
ПрАТ «Київполіграфмаш»	0,45	8639,17	80,00	85,00	0,07	230,00	40,00	221,00	0,87	0,77
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	0,16	13539,78	108,39	0,36	0,06	1039,62	137,07	347,53	2,29	0,82
Тип ознаки	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Середнє значення обраного показника	0,31	10180,70	207,18	336,19	-0,06	531,97	119,52	280,22	1,91	0,81
Середнє квадратичне відхилення показника	0,15	3565,10	209,53	389,25	0,12	410,86	102,00	132,65	0,82	0,70

Примітка: «+» – стимулятори; «-» – дестимулятори

Розраховано автором за даними підприємств

ДОДАТОК Е

Опитувальник про наявність цифрових компетентностей розроблений для підприємств машинобудування на основі Рамок цифрових компетентностей (80 питань)

1. Основи комп'ютерної грамотності (BDC1)

- Чи можете Ви використовувати пристрої, такі як комп'ютери, смартфони та планшети, для виконання завдань?
- Чи можете Ви використовувати комп'ютер для виконання завдань, таких як написання документів, створення електронних таблиць і презентацій?
- Чи можете Ви використовувати веб-браузери, такі як Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Safari та ін.?
- Чи можете Ви використовувати електронну пошту та інші програми обміну повідомленнями?

2. Інформаційна грамотність (BDC2)

- Чи можете Ви використовувати Інтернет для пошуку інформації та ресурсів?
- Які програмні програми Ви використовуєте в своїй роботі? (розгорнуте питання поле для відповіді)
- Які навички Вам потрібні, щоб використовувати ці програми? (розгорнуте питання поле для відповіді)
- Як часто Ви оновлюєте свої навички роботи з даними? (розгорнуте питання поле для відповіді)
- Чи знаєте Ви, як оцінити надійність джерела інформації?
- Чи знаєте Ви, як запобігти поширенню дезінформації?
- Чи можете Ви робити покупки в Інтернеті? (сплачувати за квитки або замовляти що-небудь)
- Чи можете Ви використовувати електронні банківські послуги? (Приват24, Ошад24 і тд.)

3. Створення цифрового контенту (BDC3)

- Чи можете Ви придумати нові ідеї?
- Чи можете Ви вирішувати проблеми творчо?
- Чи вмієте робити знімок екрану (скріншот)?
- Чи користувались програмами Photoshop або аналогічними для редагування фото?
- Чи вмієте додавати на фото в телефоні текст?
- Чи вмієте накладати фільтри на фото?
- Чи вмієте накладати текст на відео?
- Чи знімали відео для соц.мереж?
- Чи робити пости в соц. мережах?

4. Комунікація в суспільстві (BDC4, FDC-5)

- Чи можете Ви чітко й коротко висловлювати свої думки?
- Чи можете Ви слухати інших і розуміти їхні думки?
- Чи можете Ви працювати в команді й ефективно спілкуватися з іншими?
- Чи можете Ви використовувати соціальні мережі?
- Якими соц. мережами найбільше користуєтесь? (відкрита відповідь – підкреслити необхідне Facebook, Instagram, Viber, Telegram, WhatsApp + свій варіант)
- Чи Ви коли-небудь користувались хмарними технологіями такими як Google Диск One Drive, Lifebox або ін.?
- Чи можете Ви використовувати хмарне сховище для зберігання та спільного використання файлів?
- Чи користуєтесь додатком Дія?
- Чи Ви користувались Дія.Підпис або іншим сервісом для створення цифрового підпису?

5. Безпека (BDC5, FDC 3, ODC3)

- Чи вмієте встановлювати пароль на телефоні?
- Чи знаєте Ви про основні загрози кібербезпеці?
- Чи знаєте як захистити власну ідентичність в інтернеті?
- Чи вмієте завантажувати антивірусну програму на комп'ютер?
- Чи знаєте Ви про СПАМ та інші повідомлення в мережі інтернет та на пошті, які можуть бути небезпечними для Вашого комп'ютера?
- Чи знаєте що таке двофакторна ідентифікація?
- Чи можете Ви захистити себе від шкідливого програмного забезпечення та інших кіберзагроз?
- Чи можете Ви використовувати інструменти кібербезпеки, такі як антивірусні програми та брандмауери?
- Чи вмієте відновлювати резервну копію Windows?
- Чи вмієте зберігати дані у хмарному сховищі?

6. Розв'язання проблем у цифровому середовищі (BDC6)?

- Чи можете Ви визначати проблеми?
- Чи можете Ви самостійно навчатися?
- Чи можете Ви навчатися на своїх помилках?
- Чи можете Ви навчатися з досвіду інших?
- Чи хотіли би Ви навчатись в групі?
- Чи хотіли би Ви навчатись разом з Вашими колегами?
- Чи цікаво було б Вам послухати досвід Вашого колеги в професійній сфері?

– Чи було б Вам цікаво навчатись на роботі (в робочий час)? Наприклад, викладач англійської мови приходить на підприємство.

– Чи було б Вам цікаво навчатись на роботі (в позаробочий час)? Наприклад, залишатись на годину пізніше, щоб повчитись англійської мови, навчикам роботи з цифровими технологіями і т.д.

– Чи було б Вам цікаво проходити інтерактивні курси (в ігровій формі) на комп'ютері чи на телефоні?

– Чи знаєте Ви про цифрові платформи навчання (Prometheus, EdEra, Coursera, Дія.Освіта та ін)?

– Чи вважаєте Ви, що цифрові навички важливі для успіху в машинобудуванні?

– Чи вважаєте Ви, що ваше підприємство інвестує достатньо в цифрові навички?

– Які навички, на Вашу думку, є найбільш важливими для працівників машинобудування у майбутньому? (розгорнуте питання поле для відповіді)

– Які заходи, на Вашу думку, може вжити ваше підприємство, щоб підвищити цифрові навички своїх працівників? (розгорнуте питання поле для відповіді)

7. Управлінські навички (FDC-1)

– Чи можете Ви адаптуватися до нових ситуацій?

– Чи можете Ви змінювати свої плани відповідно до нових умов?

– Чи можете Ви працювати в умовах переформатування підприємства?

– Чи є у вас досвід роботи з CRM-системами?

– Чи є у вас досвід роботи з автоматизованими системами формування та аналізу фінансових звітностей?

– Чи знаєте, що таке ERP система?

– Чи вмієте планувати час на роботі?

– Чи є у вас досвід створення онлайн-планувань?

– Чи вмієте працювати з Google Calendar, Notion та ін?

– Чи працювали раніше з 1С?

8. Аналіз та оцінювання (FDC-4)

– Чи мали досвід роботи з аналізом великих даних?

– Чи користувались Google Analytics чи аналогами?

– Чи знаєте як налаштувати версійність документів?

– Чи маєте Ви навички програмування (прописування конфігурацій в командну стрічку)?

– Чи вмієте використовувати метрики для аналізу типу KPI, North Star?

9. Операційна сфера (ODC-1)

- Чи вмієте малювати модель деталей на комп'ютері?
- Чи мали досвід роботи з Adobe Illustrator, Corel Draw?
- Чи мали досвід роботи з системами PLM, CAD?
- Чи можете Ви використовувати програми для створення моделей виробів, такі як AutoCad, Компас?
- Чи можете Ви написати коди на мові Python, Java, C++?
- Чи мали досвід роботи з VR/AR симуляторами?

10. Оптимізаційна сфера (ODC-2)

- Чи можете Ви використовувати платформи для розробки веб-сайтів, такі як WordPress або Shopify?
- Чи вмієте Ви знаходити помилки в коді/конфігурації?
- Чи мали досвід застосування MRP систем?
- Чи вмієте Ви оновлювати, перевстановлювати програмне забезпечення, скачувати та встановлювати драйвери?
- Чи мали досвід роботи по налагодженню автоматизованого обладнання?

ДОДАТОК Ж

Рамки цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегії цифровізації підприємств машинобудування

Таблиця Ж.1 – Рамка цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегії цифровізації продукту

Сформовано автором

Код	Працівник (W)	Власник (Owner)
<i>Базові цифрові компетентності (BDC)</i>		
BDC-1	Використання комп'ютерних та мобільних пристроїв Використання базового ПЗ Використання Інтернету та онлайн застосунків	Використання застосунків та прикладного ПЗ
BDC-2	Перегляд, пошук і фільтрація даних, інформації та цифрового контенту Реалізація власних запитів за допомогою ЦТ	Управління даними, інформацією та цифровим контентом
BDC-3		Редагування та інтеграція цифрового контенту Авторське право і ліцензії
BDC-4	Комунікація за допомогою цифрових технологій Поширення та обмін даними за допомогою цифрових технологій Співпраця за допомогою цифрових технологій	Е-підпис Відповідальність. Правові та етичні норми
BDC-5		Захист пристроїв та безпечне підключення до мережі Захист персональних даних і приватності.
BDC-6		Розв'язання технічних проблем Визначення потреб та їх технологічне вирішення
<i>Функціональні цифрові компетентності (FDC)</i>		
FDC-1		Цифрове управління компетентностями ЛК Формування матриці ЦК Формування програми управління цифровим навчанням Організація безпеки цифрової діяльності персоналу
FDC-2		Розробка правил користування різнотипними пристроями
FDC-3	Контроль «технологічних інструкцій користувача»	Безпека виконання бізнес-функцій
FDC-4	Використання технологій візуалізації процесів та операцій	Використання технологій візуалізації процесів та операцій
FDC-5		Вибір технологій та налагодження процесів внутрішньогрупової та міжгрупової комунікації
<i>Операційні цифрові компетентності (ODC)</i>		
ODC-1	Програмування, проектування, моделювання і робота зі штучним інтелектом. Використання систем автоматизації та ІТ технологій для виконання операційних задач	Користуватися віддаленими базами даних, стандартами
ODC-2	Встановлення, оцінювання та аналіз індикаторів ефективності операційних ІТ технологій	Аналіз «критичних точок» технологічної операції
ODC-3	Безпека виконання технологічних операцій	Безпека виконання технологічних операцій
ODC-4	Забезпечення якості виконання операцій	Забезпечення якості виконання операцій

Таблиця Ж.2 – Рамка цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегії цифровізації підприємства

Код	Працівник (W)	Власник (Owner)
<i>Базові цифрові компетентності (BDC)</i>		
BDC-1	Використання комп'ютерних та мобільних пристроїв Використання базового ПЗ Використання Інтернету та онлайн застосунків	Використання застосунків та прикладного ПЗ Управління цифровою ідентичністю
BDC-2	Перегляд, пошук і фільтрація даних, інформації та цифрового контенту Перевірка надійності джерел Реалізація власних запитів за допомогою ЦТ	Критичне оцінювання та інтерпретація даних, інформації та цифрового контенту Управління даними, інформацією та цифровим контентом
BDC-3	Розробка цифрового контенту Редагування та інтеграція цифрового контенту Творче використання цифрових технологій	Розробка цифрового контенту Редагування та інтеграція цифрового контенту Авторське право і ліцензії
BDC-4	Комунікація за допомогою цифрових технологій Поширення та обмін даними за допомогою цифрових технологій Співпраця за допомогою цифрових технологій	Е-підпис Відповідальність. Правові та етичні норми
BDC-5	Безпека в інтернеті	Захист пристроїв та безпечне підключення до мережі Захист персональних даних і приватності.
BDC-6	Самооцінка рівня власної ЦК, усунення прогалин Професійний саморозвиток у цифровому середовищі	Розв'язання технічних проблем Визначення потреб та їх технологічне вирішення
<i>Функціональні цифрові компетентності (FDC)</i>		
FDC-1	Використання технологій планування завдань Використання ЦТ для виконання управлінських функцій Тайм-менеджмент Використання технологій цифрового документування	Цифрове управління компетентностями ЛК Формування матриці ЦК Формування програми управління цифровим навчанням Організація безпеки цифрової діяльності персоналу
FDC-2		Розробка правил користування різнотипними пристроями Розвиток нових форм цифрових комунікацій
FDC-3	Контроль етики комунікацій	Безпека виконання бізнес-функцій
FDC-4	Володіння технологіями та методами, аналізу та обробки великої кількості даних	Використання технологій візуалізації процесів та операцій
FDC-5	Організація процесів передачі даних	Вибір технологій та налагодження процесів внутрішньогрупової та міжгрупової комунікації
<i>Операційні цифрові компетентності (ODC)</i>		
ODC-1		Користуватися віддаленими базами даних, стандартами
ODC-2	Підтримка функціональності програмного забезпечення	Аналіз «критичних точок» технологічної операції
ODC-3		Безпека виконання технологічних операцій
ODC-4		Забезпечення якості виконання операцій

Сформовано автором

Таблиця Ж.3 – Рамка цифрових компетентностей людського капіталу для впровадження стратегії цифрового аутсорсингу

Код	Працівник (W)	Власник (Owner)
<i>Базові цифрові компетентності (BDC)</i>		
BDC-1	Використання комп'ютерних та мобільних пристроїв Використання базового ПЗ Використання Інтернету та онлайн застосунків	Використання застосунків та прикладного ПЗ
BDC-2	Перегляд, пошук і фільтрація даних, інформації та цифрового контенту Перевірка надійності джерел Реалізація власних запитів за допомогою ЦТ	Критичне оцінювання та інтерпретація даних, інформації та цифрового контенту Управління даними, інформацією та цифровим контентом
BDC-4		Комунікація за допомогою цифрових технологій Е-підпис Відповідальність. Правові та етичні норми
BDC-5	Безпека в інтернеті	Захист персональних даних і приватності.
<i>Функціональні цифрові компетентності (FDC)</i>		
FDC-1		Формування програми управління цифровим навчанням
FDC-2		
FDC-3		Безпека виконання бізнес-функцій
FDC-4		
FDC-5	Організація процесів передачі даних	Вибір технологій та налагодження процесів внутрішньогрупової та міжгрупової комунікації
<i>Операційні цифрові компетентності (ODC)</i>		
ODC-4		Забезпечення якості виконання операцій

Сформовано автором

ДОДАТОК И

Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дослідження

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у фахових виданнях України:

1. Melnychuk, V., Roshchina, N. & Bordanova, L. (2018). Features of the process of industrialization in the modern stage of economic relations *Economic Bulletin of National technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute"*, 15. <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/135913>. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.15.2018.135913>. *Особистий внесок автора: досліджено стратегію неоіндустріалізації розвинутих країн світу. Виявлено вплив якості персоналу та інноваційного потенціалу на зміну стратегічної спрямованості промислових підприємств.*
2. Melnychuk, V. (2019). Transformation of the role of human capital in terms of information economy. *Economic Bulletin of National technical university of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnical Institute*, 16. <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/181356>. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.16.2019.181356>
3. Melnychuk, V., Pavloshchuk, O. & Roshchyna, N. (2019). Transformation of the process of hiring employees under the influence of Information Technologies. *Mechanism of regulation of economics*, 3, 49-57. https://mer.fem.sumdu.edu.ua/content/articles/issue_42/Olga_O_Pavloshchuk_Viktoriia_E_Melnichuk_Nadiia_V_RoshchynaTransformation_of_the_Process_of_Hiring_Employees_Under_the_In.pdf. DOI: <https://doi.org/10.212272/mer.2019.85.05>. *Особистий внесок автора: проаналізовано сучасний процес найму персоналу під впливом новітніх технологій, окреслюючи можливі загрози та можливості їх впровадження на підприємствах України.*
4. Melnychuk, V. & Boiarynova, K. (2022). Formation of digital competencies of human capital of machine-building enterprises. *Management*, 2(36): 34–45. <https://menagement.knutd.edu.ua/wp-content/uploads/sites/10/2023/08/3-2-36-2022->

mng.pdf/ DOI: <https://doi.org/10.30857/2415-3206.2022.2.3>. *Особистий внесок автора: розроблено внутрішньокорпоративні рамки функціональних та операційних цифрових компетентностей людського капіталу необхідних для впровадження стратегій цифровізації на машинобудівних підприємствах.*

5. Мельничук, В.Е. & Бояринова, К.О. (2023а). Цифровізація розвитку людського капіталу. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського»*, 25. <https://ev.fmm.kpi.ua/article/view/278414>. DOI: <https://doi.org/10.32782/2307-5651.25.2023.3> *Особистий внесок автора: проаналізовано розвиток людського капіталу в умовах цифровізації, окреслено перспективи подальшого поглиблення цифрових трансформацій на підприємствах, оцінено готовність законодавчої бази та правових регуляторів до змін.*

6. Мельничук, В.Е. (2023б). Діагностика умов та результатів використання людського капіталу підприємствами машинобудування за наслідками цифровізації. *Журнал стратегічних економічних досліджень*, 3(14), 46-57. <https://econ-vistnyk.knutd.edu.ua/wp-content/uploads/sites/17/2023/08/3-2023-5.pdf> DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2023.3.5>

7. Мельничук, В.Е. & Бояринова, К.О. (2023б). Формування механізму розвитку людського капіталу машинобудівних підприємств на засадах цифровізації. *Економічний аналіз*, 33(2), 175-184. <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/5716/6565657241>. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2023.02.175>. *Особистий внесок автора: створено механізм розвитку людського капіталу, який враховує особливості функціонування підприємств машинобудування, а також обґрунтовано результативність його впровадження. Визначено стратегії цифровізації, на які має бути спрямований розвиток людського капіталу підприємств машинобудування.*

8. Мельничук, В.Е. (2023в). Цифрові компетентності людського капіталу в реалізації цифрових стратегій підприємств машинобудування. *Бізнес-інформ*, 7, 91-99. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-7-91-9>

9. Chernousova, Z. & Melnychuk, V. (2023). Analytics of the human capital of industrial enterprises in conditions of digitalization of economics. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (72), 33-39. <https://journals.uran.ua/tarp/article/view/286625>. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.286625>. *Особистий внесок автора: проаналізовано економічні та математичні моделі, які пов'язані з людським капіталом, за даними підприємств розраховано людський капітал у вартісному вимірі.*

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017а). Сучасні орієнтири упровадження проактивної поведінки. *Соціально-трудова сфера: сучасний стан, проблеми та стратегічні напрями розвитку* : тези доп. міжнар. наук.-практ. інт.конф. (с.145-147). м.Київ. <http://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/22986/144-146.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . *Особистий внесок автора: проаналізовано та зроблено висновки про можливості проактивної діяльності в робочій сфері.*

11. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017б). Теорія економічних механізмів як засіб зворотного проектування. *Моделювання та прогнозування економічних процесів*: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (с. 60-61). м. Київ. <https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/06/mper2017.pdf>
Особистий внесок автора: проаналізовано можливості використання економічного механізму як засобу зворотного проектування

12. Мельничук, В.Е. & Рощина, Н.В. (2017 в). Кооперативний сектор як основа соціально- орієнтованої економіки. *Модернізація економіки в умовах зростання суспільної свідомості: туризм, людиномірність, партнерство, кооперація*: тези доп. всеукр. наук.-практ. інт. конф. (с.482-484). м. Полтава. <http://www.tourism.puet.edu.ua/files/proceedings141217.pdf#page=483> *Особистий внесок автора: проаналізовано основні засади соціально-орієнтованої економіки.*

13. Мельничук В.Е. (2017). Імплементация аутсорсингу как элементу технологической модернизации ИТ-галузі України. *Наука та освіта в умовах*

трансформації суспільства: тези доп. всеукр. конф. студ., асп. та мол. вч. (с.62-63). м.Київ.

14. Мельничук, В.Е. & Борданова Л.С. (2019). Особливості людського капіталу у векторі економіки знань. *Актуальні проблеми економіки та управління в умовах системної кризи: тези доп. міжн. наук.-практ. інт. конф. (с.362-364). м. Львів.* https://aprostir.org.ua/wp-content/uploads/2019/11/Zbirnyk_conf_LI-MAUP_27.11.2019.pdf#page=362 *Особистий внесок автора: сформульовано особливості розвитку людського капіталу в сучасних умовах економіки знань*

15. Мельничук, В. & Гирявець, Д. (2019) Реактивний і проактивний стиль керування персоналом. *Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій: тези доп. всеукр. наук.-практ. конф. (с.91-92), м.Київ, 17 квіт. 2019 р. Київ, 2019. С. 91-92.* https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/06/global_2019_1.pdf *Особистий внесок автора: сформульовано визначення поняття проактивності та проактивного управління персоналом, визначено відмінності від реактивного стилю керування.*

16. Мельничук, В.Е. (2022а). Еволюція ролі людського капіталу в сучасних умовах. *Моделювання та прогнозування економічних процесів: зб. тез доп. XVI Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. (с.128). м. Київ.* <https://ecocyber.fmm.kpi.ua/wp-content/uploads/2022/12/mper2022.pdf>

17. Мельничук, В.Е. (2022б). Передумови цифровізації розвитку людського капіталу в Україні. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: зб. Тез доп. III Міжнар. наук.-практ. конф. (с.133). м. Київ.* <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/271915>

18. Мельничук, В.Е. (2023а). Роль людського капіталу в цифровому економічному середовищі. *Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: зб. Тез доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф.(с.46). м. Київ.* <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/279678>

Таблиця И.1 – Апробація результатів дослідження

№	Тип конференції	Назва конференції	Місце і дата проведення	Тип участі
1	Міжнародна науково-практична інтернет-конференція	Соціально-трудова сфера: сучасний стан, проблеми та стратегічні напрями розвитку	м.Київ, 14-16.11.2017 р.	Заочна
2	Всеукраїнська науково-практична конференція	Моделювання та прогнозування економічних процесів	м.Київ, 6-8.12.2017 р.	Очна
3	Всеукраїнська науково-практична конференція	Модернізація економіки в умовах зростання суспільної свідомості: туризм, людиномірність, партнерство	м. Полтава, 14.12.2017 р.	Заочна
4	Всеукраїнська конференція студентів, аспірантів та молодих вчених	Наука та освіта в умовах трансформації суспільства	м. Київ, 21.09.2017 р.	Очна
5	Всеукраїнська науково-практична конференція	Глобалізація напрямів формування промислового потенціалу в умовах постіндустріальних трансформацій	м. Київ, 17.04.2019 р.	Очна
6	Міжнародна науково-практична інтернет-конференція	Актуальні проблеми економіки та управління в умовах системної кризи	м.Львів, 27.11.2019 р.	Заочна
7	Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю	Моделювання та прогнозування економічних процесів	м.Київ, 17.11.2022 р	Очна
8	Міжнародна науково-практична конференція	Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи	м.Київ, 08.12.2022 р.	Очна
9	Міжнародна науково-практична конференція	Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи	м.Київ, 20.04.2023 р.	Очна

ДОДАТОК К

Акти та довідки про впровадження



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
(КП ім. Ігоря Сікорського)**

пр-т Берестейський, 37; м. Київ, 03056, тел. (044) 204 82 82 тел. (044) 204 94 94
<https://www.kpi.ua> e-mail: mail@kpi.ua ЄДРПОУ 02070921

05.06.2023 р. № 3113/21

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського»
к.філос.н., проф.



Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи
Мельничук Вікторії Едуардівни

у навчальний процес Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Комісія у складі:

Голова – заступник декана з навчально-методичної роботи факультету менеджменту та маркетингу, д.е.н., професор Дунська А.Р.

Члени комісії – д.е.н., професор кафедри економічної кібернетики Трофименко О.О., к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики Дученко М.М., к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики Рощина Н.В.

Актом засвідчують, що результати дисертаційного дослідження здобувачки кафедри економічної кібернетики Мельничук В.Е. використані для студентів освітньої програми «Управління персоналом та економіка праці» як матеріали при підготовці та викладанні курсів лекцій та практичних занять з дисциплін «HR-аналітика», «Сучасні інформаційні технології (Digital-технології) в управлінні персоналом та економіці праці», «Управління трудовим потенціалом».

Голова комісії

Алла ДУНСЬКА

Члени комісії

Олена ТРОФИМЕНКО

Марина ДУЧЕНКО

Надія РОЩИНА



До спеціалізованої вченої ради
Національного технічного університету
України «Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського»

Вих. №	178
« 30 »	08 2023р.

Довідка

Видана аспірантці кафедри економічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» Мельничук Вікторії Едуардівні у тому, що результати її дослідження використовуються в процесі здійснення діяльності ПрАТ «Вентиляційні системи», а саме:

- цифровізація навчання та адаптації персоналу, зокрема, розробка цифрового контенту, поширення та обмін даними, комунікація з новими співробітниками за допомогою цифрового контенту;
- впроваджено методичні положення причинно-наслідкового аналізу умов та результатів використання людського капіталу, метод визначення вартості людського капіталу

Вищезазначені пропозиції повинні позитивно вплинути на процес підвищення кваліфікації працівників підприємства і збільшення його конкурентоспроможності.

Директор



Валерій КОЛОМІЙЧЕНКО

м. Київ, вул. М. Коцюбинського, 1
Україна, 01054
vents.ua

+380 44 401 62 50
+380 44 401 62 60
info@vents.com.ua

УКРАЇНА
АТ «ЕЛМІЗ»
02099, м. Київ

вул. Бориспільська, 9

ЕДРПОУ 24102142

тел.: (044) 566-87-22

факс: (044) 369-55-07

e-mail: info @elmiz.com

http: //www.elmiz.com



UKRAINE
JSC «ELMIZ»
02099, Kyiv

str. 9 Boryspil'ska

EDRPOU : 24102142

tel.:+38 (044) 566-87-22

fax.:+38(044) 369-55-07

e-mail: info @elmiz.com

http: //www.elmiz.com

№ 312-с від 14 лютого 2023 року

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи Мельничук Вікторії Едуардівни

Практичні рекомендації та висновки, представлені в дисертаційній роботі аспірантки кафедри економічної кібернетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Мельничук Вікторії Едуардівни, впроваджені та використовуються у діяльності АТ «ЕЛМІЗ».

На підприємстві впроваджено механізм проактивного розвитку людського капіталу, який базується на розроблених дорожніх картах для переходу до стратегії цифровізації.

Використання механізму на АТ «Елміз», згідно з наданими результатами прогностичного моделювання, сприятиме збільшенню прибутковості та підвищенню функціональності підприємства. Результати аналізу було враховано в тому числі при обранні програмного забезпечення для цифровізації адміністративних та виробничих процесів.

Акт видано за місцем вимоги.

Голова правління



Олексій ПЕТРЕНКО