

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ
РОЗВИТКУ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БОНДАРЕНКО ДМИТРО ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 65.011.56:69(477)(043)

ДИСЕРТАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ
ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Спеціальність 073 «Менеджмент»

Галузь знань 07 «Управління та адміністрування»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

 Д. В. Бондаренко

Науковий керівник: Хаустова Вікторія Євгенівна, доктор економічних наук,
професор

Харків – 2024

АНОТАЦІЯ

Бондаренко Д. В. Управління цифровими трансформаціями підприємств будівельної галузі України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 – «Менеджмент» (07 – Управління та адміністрування). – Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України, Харків, 2024.

Дисертацію присвячено подальшому розвитку теоретико-методичного забезпечення та розробці практичних рекомендацій з управління цифровими трансформаціями підприємств будівельної галузі України.

На основі аналізу існуючих підходів до сутності «цифрова економіка» обґрунтовано доцільність розглядати його в тлумаченні, запропонованому Групою двадцятки на Всесвітньому економічному форумі як різноманітну економічну діяльність, що використовує цифрові знання та інформацію як критичні фактори виробництва, інформаційні та комунікаційні технології, а також сучасні інформаційні мережі як віртуальний простір діяльності для сприяння зростанню продуктивності. Узагальнено ключові характеристики концепції цифрової економіки, ключові цифрові інструменти та цифрові технології, на яких вона базується, визначено ключові технології майбутнього.

Визначено, що цифрова економіка зростає в багато разів швидшими темпами, ніж традиційна економіка. Доведено, що стрімке поширення процесів цифровізації в усіх сферах є тією тенденцією, що визначатиме подальші напрями й особливості розвитку економіки, та що цифровізація відбувається нерівномірно в різних країнах, що є і причиною, і наслідком нерівномірності їх економічного розвитку. На основі узагальнення сучасних досліджень у сфері цифровізації визначено переваги, а також загрози та ризики, що вона несе (економічного, соціального, технологічного,

політичного характеру). Доведено, що необхідним є виважений підхід до впровадження цифрових технологій в усіх сферах суспільного життя.

Визначено світові індекси та рейтинги оцінки цифровізації та впливу ІКТ на економічний розвиток країн світу та проаналізовано позиції в них країн світу й України. Виявлено найкращі та найгірші позиції України в рейтингах. Визначено, що рівень цифровізації України не є однорідним. Згідно з отриманими результатами обґрунтовано, що країна має значний потенціал для розвитку цифровізації, для чого першочергово слід розширити доступ до електронних послуг, збільшити інвестування в освіту та навчання з метою підвищення цифрової грамотності, створити сприятливі умови для розвитку нових технологій та їх впровадження в діяльність суб'єктів господарювання.

Розроблено методичний підхід до моделювання впливу процесів цифровізації на розвиток економік країн світу на основі кластерного аналізу та когнітивного моделювання, доведено на його основі суттєву роль процесів цифровізації в економічному зростанні країн світу та України та визначено фактори, що впливають на нього найбільшою мірою. Кластеризація факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу й України дозволила виділити чотири їх групи: 1 – відображують «Потенціал цифровізації»; 2 – «Ефективність впровадження цифровізації»; 3 – «Реалізацію цифровізації»; 4 – «Виробництво і сферу послуг, пов'язаних з цифровізацією». Побудована на базі запропонованого методичного підходу когнітивна модель дозволила проаналізувати вплив факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України та характер взаємозв'язків між ними.

Визначено зміст понять «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація», а також взаємозв'язок зазначених процесів. Обґрунтовано, що вони являють собою три основні етапи впровадження цифрових технологій у компаніях, де цифрова трансформація є заключним етапом і результатом запроваджених цифрових перетворень.

Дослідження генези розвитку наукових досліджень у сфері цифрових трансформацій шляхом бібліометричного аналізу наукових публікацій із

використанням інструментарію VOSviewer дозволив виявити основні їх тренди та виділити ключові напрями. Доведено, що важливими напрямками сучасних досліджень є побудова стратегій цифрової трансформації, бізнес-моделей і оцінки цифровізації підприємства, готовності до сприйняття трансформацій.

На основі узагальнення та аналізу підходів науковців і практиків до визначення сутності поняття «цифрова трансформація» підприємства запропоновано таке його тлумачення: послідовна реалізація на підприємстві стратегічних змін, що передбачають запровадження цифрових технологій у всіх його бізнес-процесах задля їх оптимізації, а також глибоку інтеграцію цифрових технологій в систему організації та управління діяльністю підприємством, з метою підвищення його продуктивності та конкурентоспроможності на ринку.

Доведено, що управління цифровою трансформацією підприємств базується на оцінці рівня його цифровізації, що є рушійною силою і запорукою успіху ініціатив щодо цифрової трансформації. Виявлено, що цифровізація розглядається науковцями та практиками на різних рівнях економіки (макро-, мезо-, мікро-) відносно різних сфер і процесів (економічних, соціальних, безпекових та ін.), та визначено наявні рівні цифровізації та відповідні ним виміри аналізу та оцінки. Узагальнено наявні підходи та інструментарій оцінки рівня цифровізації.

Визначено, що управління цифровою трансформацією є комплексним підходом до впровадження та контролю цифрових змін на підприємствах і тісно пов'язано з управлінням змінами. Узагальнено етапи й інструменти управління цифровою трансформацією, а також сфери цифрової трансформації підприємства, на які можуть вплинути цифрові технології. На основі аналізу наявних підходів до управління цифровою трансформацією підприємства доведено необхідність їх удосконалення. Обґрунтовано, що компанії стикаються з різноманітними проблемами при управлінні цифровою трансформацією, серед яких однією з найбільш важливих є оцінка самого

процесу її проходження, без якої неможливо цілеспрямовано управляти самим цим процесом.

Визначено, що будівництво є галуззю, у якій цифровізація поширюється досить швидко. Виділено найбільш перспективні цифрові технології в будівництві й обґрунтовано, що основою цифрової трансформації будівельної галузі є технології інформаційного моделювання будівель (BIM), що підтримуються фізичними та цифровими технологіями Industry 4.0. Доведено, що цифрова трансформація будівельних підприємств на базі BIM є головним важелем управління цим процесом.

Визначено, що будівельна галузь завжди відігравала ключову роль в економіці України. На основі аналізу статистичних даних розроблено періодизацію розвитку будівельної галузі України з 2013 р. по цей час і виділено такі її етапи: I (2013–2014 рр.) – Поступове зростання та стрімке падіння; II (2015–2016 рр.) – Адаптація та початок відновлення; III (2017–2019 рр.) – Поступове відновлення та зростання; IV (2020–2021 рр.) – Падіння під впливом пандемії COVID-19; V (2022 – по цей час) – Падіння під впливом війни та відновлення за рахунок міжнародної допомоги. Визначено вплив військової агресії РФ на українську будівельну галузь. На основі аналізу діяльності підприємств галузі виявлено ключові особливості розвитку будівельних підприємств у розвинених країнах світу та ключові аспекти розвитку підприємств будівельної галузі України, що мають забезпечити їх ефективну участь у повоєнній розбудові країни. Визначено низку труднощів, з якими стикаються українські будівельні компанії, що впливають на їхню ефективність і здатність до розвитку.

Здійснено SWOT-аналіз розвитку будівельних підприємств в Україні й обґрунтовано, що вони мають значний потенціал для розвитку, але також стикаються з численними викликами. Доведено, що нагальними в розвитку підприємств галузі стануть цифрові технології, що пропонують інноваційні рішення протягом усього життєвого циклу об'єкта будівництва.

На основі дослідження зарубіжного досвіду розвитку будівельних підприємств і державних ініціатив із використання цифрових технологій у будівництві в країнах світу й Україні обґрунтовано важливість державної підтримки впровадження технологій BIM. Сформовано низку викликів і перешкод цифровізації у будівельній галузі та визначено ряд бар'єрів, із якими додатково стикається впровадження BIM в Україні. Виявлено чинники, що стимулюють впровадження BIM в Україні.

Обґрунтовано, що ключовим етапом формування стратегії цифрової трансформації підприємств галузі та її подальшої реалізації є оцінювання цифровізації з метою визначення шляхів цифрової трансформації та вибору відповідних цифрових технологій. Визначено особливості будівельної галузі України, що визначають її розвиток, і сформовано образ зовнішнього середовища вітчизняних будівельних підприємств. Виходячи зі стадій життєвого циклу будинків і споруд (проектування → будівництво → експлуатація та управління → знос) сформовано класифікацію будівельних підприємств залежно від видів їх діяльності: компанії будівельного профілю; проектно-будівельного профілю; проектно-будівельно-експлуатаційного профілю. Запропоновано основні етапи та складові цифрової трансформації будівельних підприємств. На основі шаблону Остервальдера А. та Піньє Ів. розроблено цифрову бізнес-модель будівельного підприємства, створену на основі BIM. Запропоновано структурно-логічну схему цифровізації будівельного підприємства й унормовано рівні BIM по стадіях життєвого циклу будівельного об'єкта.

Розроблено методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України, що базується на врахуванні стадії життєвого циклу будівельного об'єкта, оцінці рівнів впровадження BIM і складових цифрової трансформації (комп'ютеризації та інформатизації; автоматизації та роботизації; і безпосередньо цифровізації), а також послідовності її впровадження по ланцюжку (технологічні й управлінські операції, основні бізнес-процеси та бізнес-модель). Запропонований методичний підхід

апробовано на прикладі української Будівельної компанії, оцінено рівень її цифровізації та визначено основні напрями забезпечення цифрової трансформації, що в першу чергу підлягають удосконаленню.

Практична цінність розробок підтверджується їх застосуванням у діяльності: ТОВ «Будівельна компанія ГРІН ПАРК», яким використовується методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України; бізнес-модель будівельного підприємства та цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM; структурно-логічна схема цифровізації будівельного підприємства; рекомендації щодо цифрової трансформації будівельної компанії на основі оцінки її цифровізації та обґрунтуванні першочергових напрямів поглиблення, що засвідчує довідка № 44-5/7 від 10.07.2024 року; ТОВ «ГЛОБАЛ ГРУП ІНВЕСТ», яким використовується методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України; цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM; результати SWOT-аналізу будівельної галузі України, що засвідчує довідка № 37 від 12.05.2024 року.

Ключові слова: цифрова трансформація, цифровізація, цифрова економіка, цифрові технології, підприємство, управління, менеджмент, оцінка, моделювання, інформаційне моделювання будівель (BIM), Індустрія 4.0, будівельна галузь, інформаційно-комунікаційні технології, життєвий цикл, інновації, бізнес-модель.

ABSTRACT

Bondarenko D. V. Managing digital transformations of Ukrainian construction enterprises. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 073 – «Management» (07 – Management and Administration). – Research Center for Industrial Problems of Development of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv, 2024.

The dissertation is devoted to further development of the theoretical and methodological support and elaboration of practical recommendations for managing digital transformations of enterprises in the construction industry of Ukraine.

Based on the analysis of existing approaches to the essence of the "digital economy", it is substantiated that it should be considered in the interpretation proposed by the Group of Twenty at the World Economic Forum as a diverse economic activity that uses digital knowledge and information as critical factors of production, information and communication technologies, as well as modern information networks as a virtual space of activity to promote productivity growth. The key characteristics of the digital economy conception, key digital tools and digital technologies on which it is based have been summarised, and the key technologies of the future have been identified.

It is determined that the digital economy is growing many times faster than the traditional economy. It is proved that the rapid spread of digitalisation processes in all spheres is a trend that will determine further directions and features of economic development, and that digitalisation is uneven in different countries, which is both the cause and the consequence of uneven economic development. Based on a synthesis of current research in the field of digitalisation, the advantages, as well as the threats and risks it poses (economic, social, technological, and political) have been identified. It is proved that a balanced approach to the introduction of digital technologies in all spheres of public life is necessary.

The world indices and rankings of digitalisation and the impact of ICT on economic development are identified and the positions of countries including Ukraine have been analysed. The best and worst positions of Ukraine in the rankings have been identified. It is determined that the level of digitalisation in Ukraine is not homogeneous. According to the results obtained, it is substantiated that the country has significant potential for the development of digitalisation, for which it is necessary to expand access to electronic services, increase investment in education and training to improve digital literacy, create favourable conditions for the

development of new technologies and their implementation in the activities of business entities.

A methodological approach to modelling the impact of digitalisation on the development of economies of countries of the world based on cluster analysis and cognitive modelling has been developed, on the basis of which the significant role of digitalisation in the economic growth of countries of the world and Ukraine is proved and the factors that influence it to the greatest extent have been identified. Clustering the factors of digitalisation's impact on the development of the economies of the world and Ukraine has allowed to allocate four groups of them: 1 - reflecting the "Potential of digitalisation"; 2 - "Efficiency of digitalisation implementation"; 3 - "Implementation of digitalisation"; 4 - "Production and services related to digitalisation". The cognitive model built on the basis of the proposed methodological approach allowed to analyse the impact of digitalisation factors on the economic development of countries of the world and Ukraine, and the nature of the interrelationships between them.

The content of the concepts of "digitisation", "digitalisation" and "digital transformation", as well as the interconnection of these processes, have been defined. It is substantiated that they represent three main stages of implementation of digital technologies in companies, where digital transformation is the final stage and result of the implemented digital transformations.

A study of the genesis of research in the field of digital transformation through bibliometric analysis of scientific publications using the VOSviewer toolkit has made it possible to identify main trends and highlight key areas. It is proved that important areas of modern research are the development of digital transformation strategies, business models and assessment of enterprise digitalisation, readiness to accept transformations.

On the basis of generalisation and analysis of approaches of scholars and practitioners to defining the essence of the concept of "digital transformation" of an enterprise, the following interpretation is proposed: consistent implementation of strategic changes at an enterprise, which involves the introduction of digital

technologies in all its business processes in order to optimise them, as well as deep integration of digital technologies into the system of organisation and management of enterprise activities, with a view to increasing its productivity and competitiveness in the market.

It is proved that the management of the digital transformation of enterprises is based on assessing the level of its digitalisation, which is the driving force and key to the success of digital transformation initiatives. It is found that digitalisation is considered by both scholars and practitioners at different levels of the economy (macro-, meso-, micro-) in relation to different spheres and processes (economic, social, security, etc.) and the existing levels of digitalisation and their corresponding dimensions of analysis and evaluation have been identified. The existing approaches and tools for assessing the level of digitalisation have been summarised.

It is determined that digital transformation management is an integrated approach to the implementation and control of digital changes in enterprises and is closely related to change management. The stages and tools for managing digital transformation, as well as the areas of digital transformation of an enterprise that may be affected by digital technologies, have been summarised. Based on the analysis of existing approaches to managing the digital transformation of an enterprise, the necessity of their improvement has been proved. It is substantiated that companies face various challenges in managing digital transformation, among which one of the most important is the assessment of the process of its realisation, without which it is impossible to purposefully manage this process.

It is determined that construction is an industry in which digitalisation is spreading quite rapidly. The most promising digital technologies in construction have been highlighted and it is substantiated that the basis for the digital transformation of the construction industry is building information modelling (BIM) technologies supported by physical and digital Industry 4.0 technologies. It is proved that the digital transformation of construction enterprises based on BIM is the main lever for managing this process.

It is determined that the construction industry has always played a key role in the economy of Ukraine. Based on the analysis of statistical data, a periodisation of the development of the construction industry in Ukraine from 2013 to the present has been developed and the following stages have been allocated: I (2013-2014) - Gradual growth and rapid decline; II (2015-2016) - Adaptation and beginning of recovery; III (2017-2019) - Gradual recovery and growth; IV (2020-2021) - Decline under the influence of the COVID-19 pandemic; V (2022-present) - Decline under the influence of war and recovery through international assistance. The impact of Russia's military aggression on the Ukrainian construction industry has been determined. Based on the carried out analysis of the activities of enterprises in the industry, the key features of the development of construction enterprises in developed countries and key aspects of the development of enterprises in the construction industry of Ukraine, which should ensure their effective participation in the post-war development of the country, have been defined. A number of difficulties faced by Ukrainian construction companies that affect their efficiency and ability to develop have been identified.

A SWOT analysis of the development of construction enterprises in Ukraine has been carried out and it is substantiated that they have significant potential for development, but also face numerous challenges. It is proved that digital technologies that offer innovative solutions throughout the entire life cycle of a construction project will become urgent in the development of enterprises in the industry.

Based on a study of foreign experience in the development of construction enterprises and government initiatives on the use of digital technologies in construction in countries around the world and in Ukraine, the importance of government support for the introduction of BIM technologies is substantiated. A number of challenges and obstacles to digitalisation in the construction industry and a number of barriers to the implementation of BIM in Ukraine have been identified. The factors that stimulate the introduction of BIM in Ukraine have been determined.

It is substantiated that a key stage in the formation of a strategy for the digital transformation of enterprises in the industry and its further implementation is the assessment of digitalisation in order to determine the ways of digital transformation and select appropriate digital technologies. The features of the construction industry of Ukraine that determine its development have been identified and an image of the external environment of domestic construction enterprises have been formed. Based on the stages of the life cycle of buildings and structures (design → construction → operation and management → demolition), a classification of construction enterprises has been formed depending on their types of activities: construction companies; design and construction profile; design, construction and operation profile. The main stages and components of the digital transformation of construction companies have been proposed. Based on the template of Osterwalder A. and Pinier Y., a digital business model of a construction company based on BIM has been developed. A structural and logical scheme of digitalisation of a construction enterprise has been proposed and BIM levels have been normalised by stages of the life cycle of a construction object.

A methodological approach to assessing the digitalisation of enterprises in the construction industry of Ukraine has been developed, based on taking into account the stage of the life cycle of a construction project, assessing the levels of BIM implementation and the components of digital transformation (computerisation and informatisation; automation and robotisation; and, directly, digitalisation), as well as the sequence of its implementation along the chain (technological and managerial operations, basic business processes and business model). The proposed methodological approach has been tested on the example of a Ukrainian construction company, the level of its digitalisation has been assessed, and the main areas of digital transformation that are primarily subject to improvement have been identified.

The practical value of the developments is confirmed by their application in practice: LLC ‘Construction Company GREEN PARK’, which uses a methodological approach to assessing the digitalisation of enterprises in the

construction industry of Ukraine; business model of a construction company and a digital business model of a construction company created on the basis of BIM; structural and logical scheme of digitalisation of a construction company; recommendations for the digital transformation of a construction company based on an assessment of its digitalisation and justification of priority areas of deepening, as evidenced by certificate No. 44-5/7 dated 10.07.2024; GLOBAL GROUP INVEST LLC, which uses a methodological approach to assessing the digitalisation of enterprises in the construction industry of Ukraine; a digital business model of a construction company based on BIM; the results of a SWOT analysis of the construction industry of Ukraine, as evidenced by certificate No. 37 dated 12.05.2024.

Keywords: digital transformation, digitalisation, digital economy, digital technologies, enterprise, management, assessment, modelling, building information modelling (BIM), Industry 4.0, construction industry, information and communication technologies, life cycle, innovation, business model.

Список публікацій здобувача

Монографії:

1. Khaustova V., Ilyash O., Smoliar L., Bondarenko D. Digitalization and Its Impact on the Development of Society. In M. Sobczak-Michalowska, S. Borah, Z. Polkowski, S. Mishra (Eds.). Applications of Synthetic High Dimensional Data IGI Global, 2024, pp. 54-76. (*Scopus*).

DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1886-7.ch004>

2. Інтеграція освіти та науки в Україні на базі моделі університету майбутнього : кол. моногр. / авт. кол. : Кизим М. О., Решетняк О. І., Хаустова В. Є., Луценко Н. Л., Остапенко В. Х., Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 424 с. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE_%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96

%D1%8F_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8_%D1%82%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8.pdf

*Статті у фахових виданнях, що входять до міжнародних
наукометричних баз:*

3. Khaustova V., Bondarenko D., Omarov Sh., Yudenko Ye., Yurchenko O. Analysis of research trends in the field of digital finance based on bibliometric data. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*. 2024. Vol. 4 (57). (Scopus, Web of Science).

DOI: 10.55643/fcaptp.4.57.2024.4429

4. Бондаренко Д. В. Теоретичні засади цифрових трансформацій в компаніях. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 64.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-39>

5. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-61-73>

6. Бондаренко Д. В. Методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі. *Бізнес Інформ*. 2024. № 6. С. 93–103.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-6-93-103>

7. Бондаренко Д. В., Калашникова К. Ю. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65.

DOI: 10.32782/2524-0072/2024-65-2

8. Хаустов М. М., Данько А. Т., Бондаренко Д. В., Юрченко О. К. Дослідження екосистем стартапів країн світу для забезпечення їх економічного зростання. *Бізнес Інформ*. 2022. № 8. С. 47–59.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-8-47-59>

Публікації за матеріалами конференцій:

9. Бондаренко Д. В. Ключові рушії цифровізації компанії у забезпеченні її конкурентоспроможності // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 24 листоп. 2023 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2023. С. 1004–1008. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_2023_DynJqcC.pdf

10. Кизим М. О., Бондаренко Д. В. Сучасні концепції побудови моделей економік країн світу // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 25 листоп. 2022 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2022. С. 825–828. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2_25_11_2022.pdf

11. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Оцінки цифровізації та впливу інформаційно-комунікаційних технологій на економічний розвиток країн // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19 листоп. 2021 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. С. 416–431. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_2021.pdf

12. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифровізація: здобутки та загрози для суспільства // Science and practice: implementation to modern society : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Манчестер, 18–19 квіт. 2021 р.). Манчестер, Велика Британія. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/11577>

13. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифрові технології майбутнього в розвитку суспільства // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 13 листоп. 2020 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 338–347. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%BF%

D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D
1%82%D1%8C_%D1%82%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%BE%
D0%B2%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97_2020.pdf

ЗМІСТ

ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЇЇ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇН СВІТУ ТА УКРАЇНИ	28
1.1. Роль і тенденції розвитку процесів цифровізації в економіках країн світу	28
1.2. Оцінка процесів цифровізації в країнах світу та Україні в світових індексах і рейтингах	43
1.3. Моделювання впливу процесів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України	70
Висновки до розділу 1	89
Перелік використаних джерел до розділу 1	92
РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ ПІДПРИЄМСТВ	102
2.1. Аналіз напрямків розвитку наукових досліджень у сфері цифрових трансформацій	102
2.2. Теоретичні засади цифрових трансформацій підприємств	120
2.3. Управління цифровою трансформацією будівельних підприємств на основі технологій інформаційного моделювання будівель	152
Висновки до розділу 2	164
Перелік використаних джерел до розділу 2	167
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ	189
3.1. Тенденції розвитку будівельної галузі України в довоєнний та воєнний періоди та її роль у повоєнній відбудові країни	189
3.2. Аналіз проблем і перспектив цифрової трансформації підприємств будівельної галузі України в повоєнний період	206

3.3. Методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України	223
Висновки до розділу 3	238
Перелік використаних джерел до розділу 3	242
ВИСНОВКИ	252
ДОДАТКИ	259

ВСТУП

Актуальність теми. Світова цифрова економіка зростає набагато швидшими темпами, ніж традиційна економіка. Сектор інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) становить майже 5 % економіки ЄС і чверть всіх її бізнес-витрат, а на інвестиції в ІКТ припадає половина всього зростання продуктивності в Європі.

Аналіз світових індексів оцінки цифрових процесів в економіках країн світу свідчить, що Україна посідає непогані позиції в таких із них: Індекс готовності до мережі – 43-тє місце серед 134 країн світу; Індекс мобільного підключення – 52-ге місце зі 170 країн; Напрямок історичної траєкторії зростання в рамках Індeksu цифрової еволюції – 37-ме місце з 90 країн світу. Наведені дані свідчать про наявність в Україні достатнього потенціалу для розвитку цифрової економіки.

Цифровізація охопила всі галузі світової економіки. Будівництво є тією галуззю, у якій цифровізація поширюється досить швидко.

Будівельна галузь завжди відігравала велику роль в економіці України, забезпечуючи створення виробничої та транспортної інфраструктури, а також житлові умови для населення. Війна в Україні суттєво вплинула на будівельну галузь. Під час бойових дій було пошкоджено та знищено велику кількість будівельних підприємств. В Україні у 2023 р. порівняно з 2021 р. у житловому будівництві обсяги продукції знизилися на 41,5 %, у нежитловому будівництві – на 33,2 %, в інженерному будівництві – на 35,4 %. Незважаючи на це, вітчизняні будівельні компанії продовжують свою діяльність навіть в умовах великих ризиків і постійних викликів.

Зарубіжний досвід розвитку будівельних підприємств свідчить про широке запровадження на них інноваційних цифрових технологій проєктування та будівництва, зокрема інформаційного моделювання будівель (BIM), що суттєво впливає на підвищення їх продуктивності та

конкурентоспроможності на ринку. Водночас в Україні впровадження BIM стикається з рядом бар'єрів, пов'язаних із: неврегульованістю нормативної бази щодо статусу інформаційного моделювання та його впровадження у сферу будівництва, інерційністю будівельної галузі та ін. Проте існує і цілий ряд чинників, що стимулюють впровадження BIM у будівельній галузі країни, серед яких: імплементація європейських будівельних норм, необхідність дотримання відповідних стандартів проєктування та будівництва при залученні й освоєнні закордонних інвестицій, а також контролю за використанням коштів та ін.

Цифрова трансформація підприємств є об'єктом дослідження багатьох зарубіжних і вітчизняних учених, якими зосереджено увагу на різних аспектах цієї проблематики. Серед них доцільно виділити дослідження Aras A., Berghaus S., Bousfield L., Cesconi F., Gökalp E., Hanelt A., Hess T., Kotarba M., Nambisan S., Öztürk O., Reis J., Verhoef P., Warner K.S.R., Wäger M.; Белікової Н., Губаревої І., Дубініна Д., Жосан Г., Касич А., Марченко О., Невмержицької С., Овчиннікової В., Петько С., Прохорової В., Решетняк О., Садовяк М., Трофименко О., Трушкіної Н., Хаустової В., Хіміч С., Шандріка В. та ін.

Аналіз публікацій учених показав, що одним із ключових напрямів досліджень у сфері цифровізації підприємств є оцінка цього процесу та визначення стадії, на якій воно знаходиться. Управління цифровою трансформацією підприємств, в тому числі будівельної галузі, базується на оцінці цифровізації підприємства або рівня його цифрової зрілості. Як свідчать результати аналізу, підходи до оцінки цифрової трансформації підприємств розвиваються та поки що не враховують повною мірою всі аспекти процесу цифрової трансформації, зокрема підприємств будівельної галузі, а отже, потребують подальшого удосконалення.

Наведене вище свідчить про актуальність теми дисертаційної роботи та необхідність подальших досліджень у межах окресленої проблематики.

Окремі результати дисертаційної роботи були використані у науково-дослідних роботах Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України за такими темами: НДР «Стимулювання розвитку малого бізнесу в Україні» (№ д. р. 0120U101109), підрозділ 1.2. Аналіз стану та тенденцій розвитку малого бізнесу: національний вимір (визначено стан і тенденції розвитку малого бізнесу, доведено важливість цифровізації бізнес-процесів на малих підприємствах і проблеми, що цьому заважають); НДР «Інтеграція освіти та науки на базі університетів майбутнього як ключова опора соціально-економічного розвитку України» (№ д. р. 0121U112419), підрозділ 2.3. Аналіз взаємозв'язків між освітньою та науковою діяльністю та обґрунтування необхідності їх інтеграції у забезпеченні сталого соціально-економічного розвитку країни (на основі кореляційно-регресійного аналізу досліджено взаємозв'язки між факторами, що характеризують освітню та наукову діяльність, узагальнено сучасні тренди інноваційного розвитку, місце в них цифровізації, обґрунтовано важливість підготовки кваліфікованих кадрів для розвитку наукового потенціалу країни, інноваційного підприємництва в ній тощо); НДР «Обґрунтування пріоритетів розвитку оборонно-промислового комплексу України» (№ д. р. 0122U200126), підрозділ 3.2. Методичний підхід до оцінки економічного потенціалу України та країн світу (досліджено фактори економічного потенціалу, а також місце ІКТ та інноваційних цифрових технологій у формуванні економічного потенціалу країн); НДР «Формування механізму вирішення проблемних ситуацій у соціально-економічному розвитку регіону (на прикладі Харківської області)» (№ д. р. 0121U113503), підрозділ 1.4. Класифікація проблемних ситуацій в розвитку регіонів країни (сформовано класифікацію проблемних ситуацій в розвитку регіонів, виокремлено проблеми підготовки кадрів, цифрової грамотності та ін.). Вищенаведене підтверджує обґрунтованість, актуальність і цінність представлених у дисертаційній роботі напрацювань.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є подальший розвиток теоретико-методичного забезпечення та розробка практичних рекомендацій з управління цифровими трансформаціями підприємств будівельної галузі

України.

Досягнення поставленої мети визначило зміст дослідження та обумовило необхідність розв'язання таких завдань:

- уточнити сутність поняття «цифрова трансформація підприємства»;
- визначити роль і тенденції розвитку процесів цифровізації в економіках країн світу й України;
- узагальнити світовий досвід оцінки процесів цифровізації економіки країн світу й України;
- розробити модель впливу процесів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України;
- виявити ключові напрями розвитку наукових досліджень у сфері цифрової трансформації;
- узагальнити наявні в теорії та практиці підходи до цифрової трансформації підприємств, оцінки їх цифровізації та цифрової зрілості;
- обґрунтувати значення технологій інформаційного моделювання будівель (BIM) як основи управління цифровою трансформацією підприємств будівельної галузі;
- виявити тенденції розвитку будівельної галузі України в довоєнний та повоєнний період, її роль у повоєнній відбудові країни;
- визначити проблеми та перспективи цифрової трансформації підприємств будівельної галузі України в повоєнний період та наявні бар'єри до запровадження BIM;
- розробити цифрову бізнес-модель будівельного підприємства, створену на основі BIM, як базис управління цифровою трансформацією;
- запропонувати методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України та рекомендації щодо вибору на його основі напрямів їх цифрової трансформації.

Об'єкт дослідження – процес управління цифровими трансформаціями будівельних підприємств.

Предмет дослідження – теоретичні аспекти та методичне забезпечення управління цифровими трансформаціями будівельних підприємств на основі оцінки рівня їх цифровізації.

Для досягнення поставленої мети в роботі було застосовано ряд наукових підходів і методів, зокрема, в основу узагальнення теоретичних положень щодо управління цифровою трансформацією підприємств покладено такі наукові методи пізнання, як *групування*, *дедукція* та *абстракція*; для структуризації вихідних положень було використано *системний підхід* і *морфологічний аналіз*; *бібліометричний аналіз* застосовано для визначення особливостей розвитку наукових досліджень і виявлення їх ключових детермінант у сфері цифрової трансформації; *контент-аналіз* – для уточнення сутності поняття «цифрова трансформація»; *аналізу, синтезу та групування* – при побудові цифрової бізнес-моделі будівельного підприємства, створеної на основі технологій BIM; методи *економіко-статистичного* та *порівняльного аналізу* – для визначення динаміки та ранжування показників, що характеризують розвиток процесів цифровізації у країнах світу й Україні, а також розвитку підприємств будівельної галузі України; *когнітивне моделювання* – для побудови когнітивної моделі впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України; *системний аналіз* – для узагальнення закордонного й українського досвіду управління цифровими трансформаціями підприємств будівельної галузі; метод *системно-логічного аналізу* – для визначення показників, що характеризують розвиток процесів цифровізації на різних рівнях економіки (макро-, мезо- та мікро-); *кластерний аналіз* – для виокремлення груп країн світу за рівнем розвитку процесів цифровізації; *канонічно-кореляційний аналіз* – для визначення характеру зв'язків і ступеня впливу факторів, що характеризують цифровізацію та економічний розвиток країн світу й України; *SWOT-аналіз* – для визначення проблем і перспектив розвитку будівельних підприємств в Україні; *експертний аналіз* – для визначення коефіцієнтів значущості видів діяльності будівельного підприємства та апробації методичного підходу до оцінки рівня

цифровізації будівельної компанії; *монографічний метод* – для узагальнення світового досвіду використання інструментарію управління цифровою трансформацією; *графічний* – для наочного представлення висновків, отриманих у результаті дослідження.

Для моделювання та проведення обчислень використано спеціальне програмне забезпечення: MS Excel, Statistica 8.0, VOSviewer.

Базу проведення дослідження склали законодавчі положення Конституції України та Законів України, підзаконні та нормативно-правові акти Кабінету Міністрів України, матеріали Державної служби статистики України, статистична звітність та дані досліджень міжнародних організацій, рейтингових агентств, інформаційних порталів і консалтингових агенцій, дані міжнародних наукометричних баз Scopus і Web of Science, наукові публікації за тематикою дисертаційної роботи та суміжними з нею, інформаційні матеріали та звітність вітчизняних компаній, інтернет-ресурси та результати власних досліджень автора.

Наукова новизна. Результати дослідження мають різний ступінь наукової новизни, основні положення якої полягають у такому:

удосконалено:

- сутність поняття «цифрова трансформація підприємства» як послідовність реалізації в компанії стратегічних змін, що передбачають запровадження цифрових технологій у всіх її бізнес-процесах задля їх оптимізації, а також глибоку інтеграцію цифрових технологій в систему організації та управління діяльністю компанії з метою підвищення її продуктивності та конкурентоспроможності на ринку;
- обґрунтування сутності управління цифровою трансформацією підприємства як комплексного підходу до впровадження та контролю цифрових змін на ньому, що базується на оцінці рівня цифровізації, яка є рушійною силою та запорукою успіху ініціатив із цифрової трансформації;
- обґрунтування базисної технології забезпечення процесу управління цифровою трансформацією будівельних підприємств – технології інформаційного моделювання будівель (BIM), що підтримується фізичними та

цифровими технологіями Industry 4.0;

набули подальшого розвитку:

- методичний підхід до моделювання впливу процесів цифровізації на розвиток економік країн світу на основі канонічно-регресійного, кластерного аналізу та когнітивного моделювання, що дозволив довести суттєву роль процесів цифровізації в економічному зростанні країн світу й України, а також визначити фактори, що впливають на нього найбільшою мірою, кластеризувати їх та виділити чотири групи факторів (1 – визначають потенціал цифровізації, 2 – визначають ефективність впровадження цифровізації; 3 – визначають реалізацію цифровізації; 4 – визначають розвиток виробництва та сфери послуг, пов'язаних із цифровізацією), а також визначити контури факторів, що мають суттєвий вплив у відповідних кластерах;

- когнітивна модель впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України, що побудована на обґрунтованому переліку факторів, які використовуються світовими індексами та рейтингами для оцінки цифровізації, та становить базис для аналізування цифровізації в економіках країн та її впливу на їх економічне зростання;

- методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України, що базується на врахуванні стадії життєвого циклу будівельного об'єкта, оцінці рівнів впровадження BIM та складових цифрової трансформації (комп'ютеризації та автоматизації; автоматизації та роботизації; і безпосередньо цифровізації), а також послідовності її впровадження по ланцюжку (технологічні й управлінські операції, основні бізнес-процеси та бізнес-модель), побудований на розрахунку інтегрального показника та дозволяє обґрунтовувати напрями забезпечення цифрової трансформації підприємств, що підлягають удосконаленню;

- бізнес-модель будівельного підприємства на основі шаблону Остервальдера та Піньє (за вимірами: ключові партнери, ключові види діяльності, ключові ресурси, ціннісна пропозиція, взаємовідносини з клієнтами, канали збуту, споживчий сегмент, структура витрат, потоки надходження доходів) та цифрова бізнес-модель будівельного підприємства,

створена на основі BIM, в якій унормовано рівні BIM відповідно до стадій життєвого циклу будівельного об'єкта в розрізі всіх вимірів бізнес-моделі;

– структурно-логічна схема цифровізації будівельного підприємства, яка враховує всі етапи цього процесу (I – комп'ютеризація та інформатизація; II – автоматизація та роботизація; III – безпосередньо цифровізація), специфіку діяльності підприємства (будівельного профілю; проєктно-будівельного профілю; проєктно-будівельно-експлуатаційного профілю), складові цифровізації (технологічні й управлінські операції, бізнес-процеси, бізнес-модель підприємства) та рівні технології BIM, що реалізуються по стадіях життєвого циклу будівельних об'єктів підприємства.

Практична цінність розробок підтверджується їх застосуванням у діяльності: ТОВ «Будівельна компанія ГРІН ПАРК», яким використовується методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України; бізнес-модель будівельного підприємства та цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM; структурно-логічна схема цифровізації будівельного підприємства; рекомендації щодо цифрової трансформації будівельної компанії на основі оцінки її цифровізації та обґрунтуванні першочергових напрямів поглиблення, що засвідчує довідка № 44-5/7 від 10.07.2024 року; ТОВ «ГЛОБАЛ ГРУП ІНВЕСТ», яким використовується методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України; цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM; результати SWOT-аналізу будівельної галузі України, що засвідчує довідка № 37 від 12.05.2024 року.

Усі результати, які винесено на захист, отримані самостійно й оприлюднені в опублікованих роботах. У публікаціях, що були підготовлені у співавторстві, використано тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом власних досліджень. Особистий внесок здобувача у колективні наукові роботи висвітлено у списку публікацій за темою дисертації, наведеному в додатках.

Апробація результатів дисертації. Результати наукового пошуку здобувача обговорювались на таких міжнародних і всеукраїнських науково-

практичних конференціях: Міжнародних науково-практичних конференціях «Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики» (м. Харків, Україна, 24 листопада 2023 р., 25 листопада 2022 р., 19 листопада 2021 р. та 13 листопада 2020 р.), International scientific and practical conference «Science and practice: implementation to modern society» (м. Манчестер, Велика Британія, 18–19 квітня 2021 р.).

Усі положення наукової новизни й основні результати дослідження опубліковані у 13 наукових працях, серед яких: 1 колективна монографія; 1 розділ у монографії видавництва IGI Global (Scopus); 6 статей у фахових наукових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, зокрема 1 стаття у виданні, що індексується наукометричними базами Scopus та Web of Science; 5 публікацій у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація містить вступ, три розділи, висновки, переліки використаних джерел за кожним розділом і додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 298 сторінок машинописного тексту (11,03 авт. арк.). Дисертація містить 34 таблиці та 49 рисунків. Список використаних джерел містить: 81 найменування на 10 сторінках (розділ 1), 163 найменувань на 21 сторінках (розділ 2), 74 найменувань на 9 сторінках (розділ 3), що займають разом 40 сторінок, 9 додатків – на 39 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації – 219 сторінок (8,21 авт. арк.).

РОЗДІЛ 1

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЇЇ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇН СВІТУ ТА УКРАЇНИ

1.1. Роль і тенденції розвитку процесів цифровізації в економіках країн світу

Сьогодні важливу роль у прискоренні соціально-економічного розвитку країн світу відіграє поширення цифровізації. Технологічні зміни, що відбуваються при цьому, супроводжуються «зрощуванням» телекомунікаційних, інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та інновацій, призводячи до становлення так званої «цифрової економіки», що фактично являє собою новий тип економіки, яка базується на активному впровадженні та використанні цифрових технологій зберігання, обробки та передачі інформації в усіх сферах людської діяльності [1].

Нова цифрова економіка змінює підходи до ведення бізнесу, забезпечення конкурентоспроможності, а також вимоги до ІКТ. У 2010 році було реалізовано Цифровий порядок денний для Європи, основною метою якого став розвиток європейської економіки, спрямований на забезпечення стійких соціально-економічних вигід для єдиного цифрового ринку [2]. У цьому новому середовищі цифрові технології отримали дедалі більший вплив на економіку та суспільство.

Розвинені країни світу приділяють велику увагу гармонійному розвитку системоутворюючих елементів цифрової економіки та нового інформаційного суспільства, а щорічний обсяг інвестицій у провідних країнах світу в цифровізацію вже налічує близько одного трильйона доларів на рік. Конференція ООН із торгівлі та розвитку (ЮНКТАД) у щорічному Звіті про іноземні інвестиції у 2017 р. «Іноземні інвестиції та цифрова економіка»

визначила привабливість ІКТ у сфері іноземного інвестування не лише розвинутих країн, але і країн із перехідною економікою та частини групи країн, що розвиваються [3].

Організація економічного співробітництва та розвитку (англ. Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) виділяє три основні компоненти цифрової економіки:

- підтримуюча інфраструктура (апаратне та програмне забезпечення, телекомунікації, мережі та ін.);
- електронний бізнес або e-business (ведення господарської діяльності та будь-яких інших бізнес-процесів через комп'ютерні мережі);
- електронна комерція або e-commerce (дистрибуція товарів через Інтернет) [4].

Сьогодні в науковій літературі тривають дискусії щодо тлумачення поняття «цифрова економіка». Вважається, що термін «цифрова економіка» був вперше введений у 1997 р. Tapscott D. у публікації «Цифрова економіка: обіцянки та загрози в епоху мережевого інтелекту» [5].

В табл. 1.1 наведено деякі тлумачення сутності поняття «цифрова економіка».

Таблиця 1.1

Тлумачення сутності поняття «цифрова економіка»

Установа / автор	Визначення
1	2
World Bank [6]	Нова парадигма прискореного економічного розвитку, заснована на обміні даними в режимі реального часу
OECD [7]	Результат трансформаційних ефектів нових технологій загального призначення в галузі інформації та комунікацій
Всесвітній економічний форум, Група двадцятки [8]	Різноманітна економічна діяльність, яка використовує цифрові знання та інформацію як критичні фактори виробництва, інформаційні та комунікаційні технології, а також сучасні інформаційні мережі як віртуальний простір діяльності для сприяння зростанню продуктивності
Кабінет Міністрів України [9]	Діяльність, в якій основними засобами (факторами) виробництва є цифрові (електронні, віртуальні) дані – як числові, так і текстові
Центр Разумкова [10]	Економіка, що базується на цифрових комп'ютерних технологіях та інформаційно-комунікативних технологіях (ІКТ), але, на відміну від

1	2
	інформатизації, цифрова трансформація не обмежується впровадженням інформаційних технологій, а докорінно перетворює сфери і бізнес-процеси на базі Інтернету та нових цифрових технологій
Голобородько А. [11]	Багатогранна процесна діяльність, яка заснована на поєднанні інфраструктури ланок ряду потокових процесів – технологічних, інтелектуальних, об'єднання їх у мережеву економіку
Веретюк С. М., Пілінськи В. В. [12]	Триваюча трансформація всіх сфер економіки по перенесенню всіх інформаційних ресурсів і знань на комп'ютерну платформу
Краус Н. [13]	Економіка, що базується на цифрових комп'ютерних технологіях та сьогодні все частіше переплітається з традиційною
Кіндзерський Ю. [14]	Нова стадія розвитку продуктивних сил і економіки, якій характерні нові властивості, тенденції і закономірності сучасного історичного відрізка часу. На відміну від індустріальної стадії розвитку суспільства, яка пов'язана з матеріальними чинниками виробництва, головними факторами розвитку цифрової економіки стають інформаційні й інтелектуальні ресурси, а також інформація, знання та їх носії. Рушійною силою розвитку цієї стадії є наука та впровадження її досягнень у практику господарювання

Джерело: сформовано автором на основі відповідних джерел

Виходячи з аналізу досліджень учених і звітів міжнародних організацій, окремі з яких наведені вище в таблиці, а також мети та задач цієї наукової роботи у подальшому використовуватиметься тлумачення поняття «цифрова економіка» в тому вигляді, який було запропоновано Групою двадцятки на Всесвітньому економічному форумі: різноманітна економічна діяльність, яка використовує цифрові знання та інформацію як критичні фактори виробництва, інформаційні та комунікаційні технології, а також сучасні інформаційні мережі як віртуальний простір діяльності для сприяння зростанню продуктивності [8].

Голобородько А. в роботі [11] на основі дослідження наявних у науковій літературі підходів до визначення поняття «цифрова економіка» виділив такі з них (рис. 1.1).

До ключових характеристик концепції цифрової економіки відносяться такі:

1. Цифрова економіка є наслідком і каталізатором перманентного якісного процесу інноваційного розвитку соціально-економічних відносин.

Цифрова економіка	Економіка, заснована на цифрових технологіях: конвергенції інформаційно-комунікативних технологій, знань, ресурсів
	Наслідок еволюції і розвитку суспільства, результат і каталізатор інновацій в економіці
	Розвиток інфраструктури електронного бізнесу та електронної комерції
	Метод автоматизації обробки цифрових даних
	Спосіб комунікацій між учасниками соціально-економічної діяльності через мережі та цифрові платформи
	Синтез реального виробництва і електронних платформ
	Мережева економіка потоків і процесів організації діяльності підприємств та суспільства
	Частина економічних відносин, створена цифровими ресурсами на засадах виробництва електронних товарів і сервісів

Рис. 1.1. Основні підходи до тлумачення сутності поняття «цифрова економіка» в науковій літературі

Джерело: сформовано на основі [11]

2. Цифрова економіка відображує конвергенцію ІКТ, знань і ресурсів у отриманні додаткових компетентностей для підвищення конкурентоздатності та ефективності діяльності підприємств.

3. Цифрова економіка – це свого роду мережева діяльність, яка проявляється у синтезі та інтеграції цифрових технологій в економічні процеси через створення єдиних платформ взаємодії [11].

Цифрова економіка формується через поширення процесів запровадження цифрових технологій в усі сфери суспільного життя, тобто цифровізації.

Цифровізація (англ. digitalization) забезпечує широкий круг можливостей для створення багатьох сучасних цифрових технологій через використання в них цифрового подання інформації. Сьогодні цифровізація

розглядається науковцями та практиками на різних рівнях економіки (макро-, мезо-, мікро-) та відносно різних сфер і процесів (економічних, соціальних, безпекових та ін.).

Цифрова економіка базується на використанні технологій великих масивів даних (Big data), індустріального Інтернету речей та Інтернету речей (ПоТ/ІоТ), хмарних обчислень, квантових та NBIC-технологій, адитивного виробництва, роботизації та інших наскрізних інформаційних технологій і технологій інформаційної безпеки [15; 16]. Вона передбачає як цифровізацію виробництва, розподілу, обміну та споживання благ, так і формує систему більш загальних процесів, що визначають нові закономірності функціонування економіки, стає глобальною концепцією розвитку нової економіки, що висуває нові стандарти до якості життя, роботи та комунікацій в суспільстві [17].

Цифрові інструменти, такі як соціальні, мобільні, аналітичні та хмарні (SMAC) технології, стимулюють цифровізацію [18], прискорюючи не лише технічний прогрес, але також економічний і соціальний прогрес [19]. Aström J. та ін. зазначають, що цифрові технології відіграють центральну роль у створенні та активізації зрушень, що відбуваються в суспільстві та промисловості [20]. Teubner R. A., Stockhinger J. [18] під цифровізацією розуміють взаємодію між цифровими технологіями та соціальними й інституційними процесами, які перетворюють ці технології на інфраструктурні та впливають на суспільство й економіку. Отже, технологічні тренди, що з'являються в результаті цифровізації, такі як ІоТ (інтернет речей), AI (англ. Artificial intelligence – штучний інтелект), аналіз даних за допомогою Big Data (великі дані), AR/VR (англ. Augmented/Virtual Reality – доповнена / віртуальна реальність) та ін., мають значний вплив не лише на суспільство та робоче середовище, а й на бізнес-процеси компаній та організацій [21].

ІоТ являє собою мережу підключених пристроїв (датчиків), яка генерує дані, що використовуються для збору, аналізу та надання інформації для

прийняття обґрунтованих рішень. Згідно з даними Cisco, до 2030 року 500 мільярдів пристроїв будуть підключені до Інтернету. Постійно прогресуюче в світі підключення до Інтернету відкриває нові можливості для компаній, організацій, уряду та приватних осіб.

AI імітує різні аспекти людського пізнання – сприйняття, міркування, планування та здатність автономно виконувати певні завдання (розуміння мови, розпізнавання об'єктів і звуків, навчання та вирішення проблем). Багатьма дослідниками світу AI визначається найважливішою технологією з коли-небудь винайдених. Цифрові подвійні симуляції, які працюють з AI, уже впроваджені в багатьох галузях виробництва. Ці технології відкривають не бачені досі можливості прогнозування процесів, а також нові бізнес-стратегії [21–23].

У сучасних умовах обсяг накопичених даних невідомо зростає. Big Data представляють собою інформаційні бази, настільки великі за обсягами, що традиційні способи та підходи для роботи з ними не можуть бути застосованими. Отже, провідні цифрові тенденції наступного десятиліття стосуватимуться інструментів, здатних аналізувати та використовувати такі дані. Вже зараз провідні компанії світу розробляють інструменти та методи обробки й аналізу Big Data, лідирують на цьому ринку Microsoft, SAP, SAS і Salesforce [21–23].

AR є результатом введення у поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення інформації про оточення задля поліпшення сприйняття інформації. VR являє собою світ, створений технічними засобами, який передається людині через органи її відчуття (зір, слух, дотик і ін.). VR та AR є сьогодні одними з найважливіших технологічних трендів, які можуть потіснити інші технології та витіснити звичайний мобільний зв'язок. Промисловість уже випробувала віртуальні програми в мобільних пристроях для обслуговування, експлуатації та навчання і в багатьох випадках успішно їх впроваджує. Крім того, програми AR і VR можуть використовуватися як інструменти продажів для підвищення успіху бізнесу [21–23].

На рис. 1.2 наведено результати дослідження бачення майбутнього 2300 керівників у 15 країнах та ключових факторів створення стратегії IoT. А на рис. 1.3 наведено динаміку підключених пристроїв IoT, встановлених у всьому світі з 2015 року по 2025 рік (прогноз).

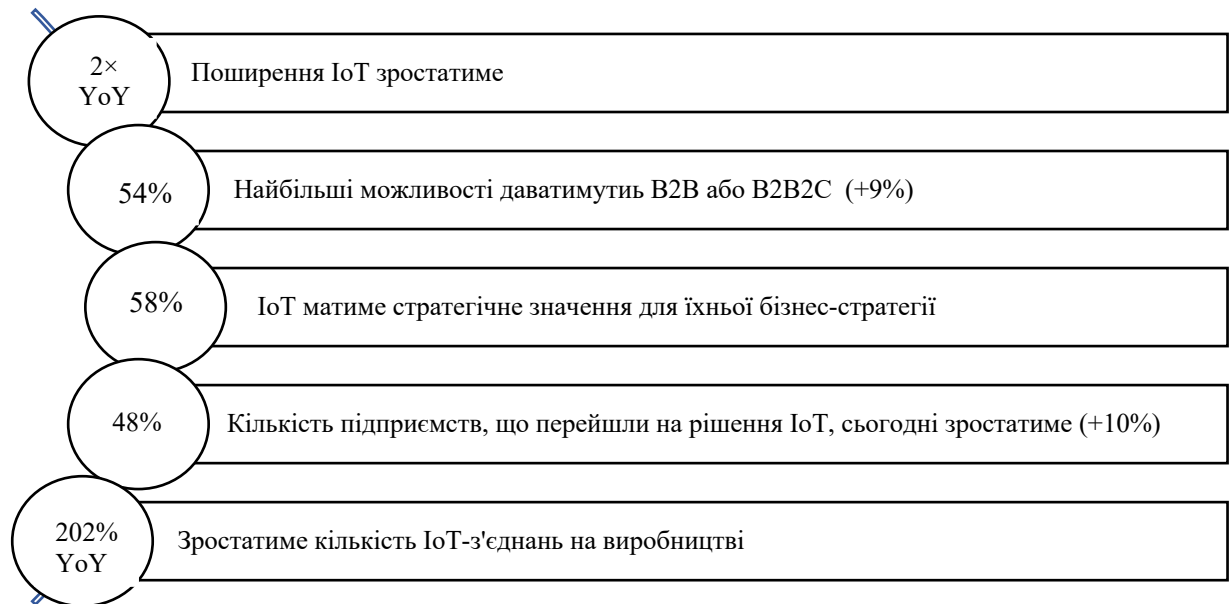


Рис. 1.2. Як 2300 керівників з 15 країн бачать майбутнє (ключові віхи до створення стратегії IoT)

Джерело: укладено на основі [21; 24]



Рис. 1.3. Динаміка підключених пристроїв IoT, встановлених у всьому світі з 2015 року по 2025 рік

Джерело: укладено на основі [24]

Загалом наведена на рис. 1.2 та 1.3 інформація відображує невідпинне зростання ролі IoT та цифровізації у сучасному світі.

У комплексному дослідженні ОЕСР «Огляд науки, технологій та та інновацій» 2016 р. був здійснений огляд прогнозів розвитку цієї сфери розвиненими країнами – Канадою (MetaScan 3: Emerging Technologies, 2013), Фінляндією (100 Opportunities for Finland and the World, 2014), Німеччиною (Forschungs- und Technologie perspektiven 2030, 2015), Великою Британією (Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s, 2012) та ін.

На основі проведених досліджень було виокремлено 40 ключових технологій майбутнього у цифровій сфері, у сферах енергетики та навколишнього середовища, біотехнологій та новітніх матеріалів (рис. 1.4) [23].

Цифрова сфера	Сфера біотехнологій
Хмарні обчислення Імітаційне моделювання та ігри Інтернет речей Блокчейн Штучний інтелект Аналіз великих даних Нейронно-мережові обчислення Квантові обчислення Робототехніка Фотоніка та світлові технології	Біоінформатика Персоналізована медицина Технології моніторингу здоров'я Стовбурові клітини Синтетична біологія Медична та біовізуалізація Нейротехнології Біокаталіз Біочипи та біосенсиори Відновлювальна медицина і тканинна інженерія
Розумні мережі Мікро- і наносупутники Дрони Точне землеробство Автономні машини Паливні елементи Мікрогенерація потужностей Електромобілі Передові технології зберігання енергії Фотогальваніка Технології уловлювання та зберігання вуглецю Воднева енергетика Біопаливо Технології вітрових турбін Морські та припливні енергетичні технології	Наноматеріали Нанопристрої Адитивне виробництво Вуглецеві нанотрубки та графен Функціональні матеріали
Сфера енергетики та навколишнього середовища	Сфера новітніх матеріалів

Рис. 1.4. Ключові технології майбутнього у цифровій сфері, у сферах енергетики та навколишнього середовища, біотехнологій та новітніх матеріалів

Джерело: сформовано автором [15] на основі [23]

Сучасними дослідниками та фахівцями базисними цифровими технологіями майбутнього вважаються такі:

1. Штучний інтелект і машинне навчання (AI&MI Artificial Intelligence and Machine Learning).
2. Блокчейн і криптовалюта (Blockchain and Cryptocurrencies).
3. Великі дані (Big Data).
4. Телемедицина (Telemedicine).
5. Доповнена і віртуальна реальність (AR/VR).
6. Чат-боти і віртуальні помічники (Bots and Virtual Assistants).
7. Мобільність і кібербезпека (Mobile and Cybersecurity).
8. Інтернет речей (IoT – Internet of Things).
9. Комп'ютерний зір (CV – Computer Vision).
10. Нейромережі (ANN – Artificial Neural Networks) [15].

Детальний опис цих основних технологій наведено в табл. А.1 Додатка А.

Цифрова економіка зростає в багато разів швидше, ніж традиційна економіка [15]. Так, наприклад, сектор ІКТ становить майже 5 % економіки ЄС і чверть всіх її бізнес-витрат, а на інвестиції в ІКТ припадає половина всього зростання продуктивності в Європі. Організація Об'єднаних Націй та Європейська Комісія визначили, що сьогодні в країнах, де інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) використовуються в різних секторах, починаючи від промисловості, торгівлі, охорони здоров'я, освіти та транспорту, у державному та приватному, це сприяє забезпеченню товарами та послугами, покращенню якості життя населення та економічному розвитку [26].

Визначний вплив цифровізації на розвиток економіки та суспільства відбився і в активізації наукових досліджень у цій сфері. Esther Calderon-Monge та Domingo Ribeiro-Soriano [27] провели систематичний огляд літератури з питань цифровізації по трьох сферах діяльності компаній: маркетингу, менеджменту та фінансах, бухгалтерському обліку, і проаналізували динаміку та зміст публікацій, присвячених цій проблематиці (рис. 1.5).

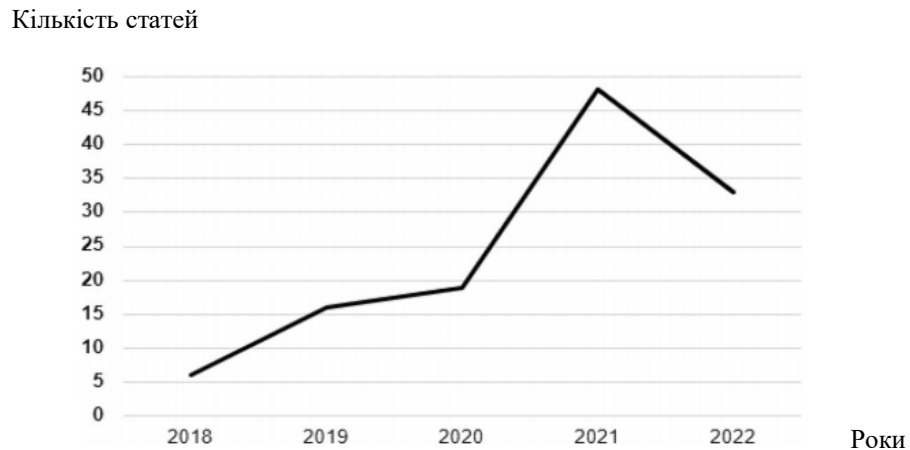


Рис. 1.5. Динаміка кількості статей у WoS Core Collection, присвячених питанням цифровізації по трьох сферах діяльності компаній: маркетингу, менеджменту та фінансах, бухгалтерському обліку

Джерело: [27]

З рис. 1.5 видно значне зростання статей за напрямом цифровізації починаючи з 2018 року, тоді як у 2022 році кількість публікацій була дещо меншою (але все одно високою). Такі коливання, вірогідніше за все, можуть пояснюватися зміщенням фокусу досліджень цифровізації в інших сферах діяльності компаній [4]. Подальші спостереження на основі різних джерел інформації зможуть чіткіше виявити такі тенденції.

Отже, стрімке поширення процесів цифровізації в усіх сферах є тією тенденцією, що визначатиме подальші напрями та особливості їх розвитку. В цих умовах необхідними є ґрунтовні дослідження як стану, темпів і напрямів розвитку цифровізації, так і того впливу, тих позитивних і негативних наслідків, які вона несе.

При цьому цифровізація економіки відбувається нерівномірно в різних країнах, що є причиною та наслідком нерівномірності їх розвитку.

Стрімкий розвиток цифровізації стає джерелом і нових можливостей, і серйозних загроз суспільству, що визнається як відомими міжнародними організаціями, так і науковцями. У Звіті про цифрову економіку ЮНКТАД за 2019 р. [28] зазначено, що цифрова революція змінює наше життя і суспільство

з безпрецедентною швидкістю і небувалим розмахом, створюючи при цьому як величезні можливості, так і колосальні труднощі. Нові технології можуть зробити значний внесок у досягнення цілей в галузі сталого розвитку, проте отримання позитивних результатів аж ніяк не є гарантованим. У доповіді ОЕСР зазначено, що цифрові технології можуть мати деструктивний характер, що в майбутньому негативно позначиться на продуктивності, зайнятості і добробуті, а також що вони можуть посилити диспропорції в рівні їх доступності та використання і привести до формування нового цифрового розриву й зростання нерівності [29]. Проте в умовах, коли майже половина світового багатства зосереджена в руках 1 % населення, а нерівність досягла величезних значень, ця проблема набуває дуже великої актуальності [4]. ООН також визнає цифровізацію як одну з чотирьох головних небезпек, що загрожують людству. Світовий банк звертає увагу на те, що цифрові технології поширюються, а цифрові дивіденди не відповідають очікуванням [4]. Як зазначається в [10], по-перше, майже 60 % населення світу досі позбавлені доступу до Інтернету і не можуть відігравати значущу роль у цифровій економіці, а по-друге, окремі вигоди цифрових технологій зводяться нанівець ризиками, що виникають. Отже, об'єктивні тенденції та закономірності розвитку сучасної економіки породжують дії, які, з одного боку, дозволяють отримувати визначні вигоди, з іншого боку – створюють перепони та виклики для подальшого сталого зростання.

Узагальнення сучасних досліджень у сфері цифровізації дозволяє виділити такі її переваги та загрози (табл. 1.2 та 1.3).

Таблиця 1.2

Переваги цифровізації

Переваги
<i>Економічного характеру</i>
Забезпечення економічного зростання за рахунок подальшого технічного прогресу
Збільшення рівня ВВП через розширення можливостей розвитку виробничих і невиробничих сфер, формування нових джерел доходу (в тому числі за рахунок створення та впровадження нових програмних продуктів і сервісів)
Створення мультиплікаційного ефекту у розвитку різних сфер економіки через включення усіх виробничих ланцюжків у єдиний інформаційний простір
Збільшення рівня продуктивності праці у галузях економіки

Виникнення нових бізнес-моделей і нових форм бізнесу, що дозволятимуть підвищити прибутковість і конкурентоспроможність суб'єктів господарювання
Створення нових можливостей розвитку бізнесу внаслідок: забезпечення доступності і просування товарів і послуг, як державних, так і комерційних, аж до світового масштабу; усунення посередників (цифровізація дозволяє виробникам самим влаштовувати на своїх сайтах продаж товарів або послуг, а також вихід на потенційних клієнтів, в той час як споживачі отримують можливість самостійного вибору товарів і послуг на серверах авіакомпаній, готелів, електронних магазинів і т. ін.); оптимізації витрат, яка передбачає, перш за все, зниження витрат на пошук інформації, трансакційних витрат, витрат по просуванню товарів і послуг, витрат з укладення та ведення переговорів і т. ін.; спрощення ведення та прискорення багатьох основних та допоміжних бізнес-процесів, в тому числі за рахунок зниження часу комунікацій; скорочення часу реакції на ринкові зміни, зменшення термінів розробки продукції і послуг і виведення їх на ринок; кращого розуміння своїх споживачів і підвищення якості продукції та послуг; створення нових продуктів і послуг, підвищення гнучкості пропонованих продуктів і їх високої адаптивності під нові очікування або потреби споживачів та ін.
Зниження рівня витрат та, відповідно, собівартості товарів та послуг за рахунок: більш ефективного використання існуючих ресурсів при масовій цифровізації, в тому числі скорочення витрат на виробництво внаслідок спільного користування інфраструктурою при використанні хмарних технологій; економії часових, трудових і фінансових витрат при переведенні відносин у цифровий формат; низького рівня витрат на виробництво електронних товарів та менших площ, що займатимуть електронні засоби та носії та ін.
Розвиток економіки спільного споживання. Нова хвиля цифровізації призведе до того, що наявні ресурси дуже швидко знайдуть своїх покупців
Створення можливостей вирішення проблеми асиметричності інформації за рахунок зростання її доступності, що нівелюватиме позиції великих учасників економічних відносин, які займали домінуюче становище, та підвищуватиме позиції інших учасників, відкриваючи їм нові можливості розвитку
Усунення географічних бар'єрів у забезпеченні доступності на глобальному ринку праці працівників носіїв всіх (в тому числі рідкісних і унікальних) професій та можливість їх залучення для розвитку бізнесу як на постійній основі, так і іншими способами
Прискорення фінансових трансакцій через миттєвий глобальний обмін даними за допомогою мережі Інтернет та ІКТ
Соціального характеру
Підвищення якості життя за рахунок поліпшення задоволення конкретних, вже відомих і нових потреб людей та збільшення ВВП країн внаслідок економічного зростання
Розвиток людських знань та творчих здібностей і навичок, які забезпечують ІКТ
Зменшення (спрощення, повна або часткова заміна) частки використання працівниками фізичної праці
Підвищення індивідуальної спроможності до успішної роботи та можливостей для самореалізації внаслідок використання можливостей, що дає цифровізація
Розвиток цифрових технологій розширює можливості працівників на ринку праці у зв'язку з виникненням нових видів діяльності і нових гнучких форм зайнятості, а отже, підтримує їх працевлаштування
Забезпечення розвитку соціального підприємництва через можливість мобільності робочих місць із залученням неповносправних осіб, або осіб з частковою працездатністю
Забезпечення «включеності» у соціальне життя осіб, що з різних причин не можуть брати в ньому активну участь за допомогою можливостей цифрових технологій
Технологічного характеру
Забезпечення подальшого технологічного прогресу
Створення базису для розробки широкого кола нових технологій та впровадження інновацій в усіх сферах життєдіяльності людей (промисловості, охороні здоров'я, освіті, науці та ін.)
Спільне використання інформації і відсутність конкуренції у споживанні знань і різного роду даних, створює засади прискорення технічного прогресу

Акумуляування великих обсягів даних відкриває нові можливості для здійснення їх автоматичної переробки та аналізу, а отже, виводить на новий рівень прийняття рішень у багатьох сферах життєдіяльності
Синхронізація потоків інформації, можливість точкового розподілу даних в рамках всього бізнесу, відкриває нові можливості відстеження великої кількості ланцюжків між постачальниками і споживачами, а також проведення інтелектуальної та точкової аналітики
<i>Політичного характеру</i>
Цифровізація стає важливим джерелом технологічного домінування, та, як наслідок, глобального впливу ряду провідних країн на світовій арені
Цифрові технології відкривають широкий спектр нових можливостей впливу на формування політичних настроїв, ведення політичної боротьби
Інтернет і інші мережеві механізми дозволяють не тільки реалізувати певні комунікаційні інтереси в політиці, а й постійно вдосконалювати їх, в тому числі через використання новітніх механізмів аналізу даних
Цифрові технології створюють можливості впровадження інноваційних інструментів у реалізації цілого ряду завдань у політичній сфері, як то онлайн-голосування та ін.
Цифрові технології створюють засади управління соціальною напругою, викликану політичними діями, шляхом впровадження новітніх механізмів підтримки можливостей людей щодо виявлення своїх думок, вимог, волевиявлення та ін. Так, окрім соціальних мереж, де артикуються різні цивільні позиції, важливу роль відіграють і електронні платформи збору підписів під закликами, деклараціями і зверненнями до осіб, які приймають рішення, що набули останнім часом широкого поширення. Функція консолідації підтримки, по суті, політичного і соціального капіталу, надає таким платформам додатковий статус у сприйнятті користувачів мережі, однак частіше замість продукування тиску на владу такі платформи виступають громовідводом для протестної енергії, тим самим знижуючи соціальну напругу у суспільстві

Джерело: укладено автором на основі [16–26]

Таблиця 1.3

Загрози та ризики цифровізації

Загрози та ризики
<i>Економічного характеру</i>
Зниження продуктивності у сфері виробництва самих цифрових технологій і, своєю чергою, уповільнення інвестування в їх розвиток
Необхідність переобладнання виробництв і великі початкові затрати, постійного врахування динамічних змін технологій, перегляду організаційної структури бізнесу суттєво ускладнюють умови ведення бізнесу та забезпечення його конкурентоспроможності
Невідповідність очікуваних прибутків від розвитку штучного інтелекту реаліям. Згідно з прогнозом компанії Forrester у 2019 р., штучний інтелект було переоцінено, зокрема, було спрогнозовано повернення 10% компаній до автоматизованих процесів, що здійснюватимуться за допомогою людського фактору, через те, що заміна людини штучним інтелектом в окремих сферах бізнесу призводить до втрати клієнтів (внаслідок надання переваги в них людському контакту)
Збільшення вартості кваліфікованої робочої сили, що неухильно буде викликано необхідністю підвищення кваліфікації персоналу та зростанням попиту на кваліфіковану робочу силу, що має необхідні цифрові навички
Віртуальний характер господарських зв'язків, через що порушується цілий ряд ризиків їх підтримки та контролю
Відсутність фізичної ваги продукції, еквівалентом якої стануть інформаційні ресурси, що обумовлює ризики помилок і маніпуляцій в оцінках їх реальної вартості
Зростання ризику збільшення рівня інфляції в країнах світу через нерівномірність соціально-економічного розвитку внаслідок нерівномірного впровадження цифровізації у різні сфери життя
<i>Політичного характеру</i>

Загрози необмеженого впливу на настрої в суспільстві. Нові технології вже широко використовуються для маніпулювання настроями та думками населення, пропаганди, розпалювання ненависті, поширення фейків. Створення так званих платформ «симуляції світу» дозволить реалізувати суперечливі стратегії інформаційного домінування, що здатні впливати на емоції, мислення та поведінку людей
Посилення напруженості між державами за технологічне домінування. Прикладом цього вже є торговельна війна між США і Китаєм, що розпочалася у 2018 р. і яка приховує загострення суперництва двох наддержав за світове технологічне домінування
Диджиталізовані соціальні ЗМІ посилять свій вплив на думки населення. З одного боку, вони можуть стати «зброєю масового відволікання» від важливих проблем. З іншого боку, вони також можуть бути використані для сприяння (примусу до) консенсусу. Обидва шляхи «соціальної інженерії», спрямовані на просування певної точки зору, можуть підірвати різноманітність і плюралізм думок, які є важливими передумовами для розвитку інновацій, стійкості суспільства та демократії. Так звані механізми «великого підштовхування», що базуються на поєднанні Big data і персоналізації підказок, можуть використовуватися як військовою пропагандою, так і бізнесом в технологіях комерційного «нейромаркетингу»
Загрози концентрації влади на ринку і посилення монополій через більший доступ до провідних технологій
<i>Соціального характеру</i>
Загострення соціальних суперечностей при масовому вивільненні працівників, зниження ступеня соціальної захищеності внаслідок розширення автономності учасників мережевої цифрової економіки, посилення соціальної нерівності, в т. ч. і внаслідок наявної цифрової нерівності, перетворення соціально-економічних суб'єктів на «гвинтики» технологічного прогресу. Зниження кваліфікації виробничого персоналу в умовах його перетворення у придаток оцифрованих виробництв призведе до витіснення праці не тільки низької, але й середньої кваліфікації, та призведе тим самим до збільшення кількості безробітних
Недооцінка соціального та інших вимірів розвитку економіки окремих країн може призвести до посилення нерівномірності їх розвитку, цифровізація стане стратифікованою, а не однорідною, внаслідок чого посиляться соціальна напруга в цілому ряді країн
Посилення поляризації в суспільстві внаслідок цифрової нерівності, що виникатиме з дедалі глибшою нерівністю у доступі до соціальних, економічних, освітніх, культурних та інших можливостей через нерівний доступ до ІКТ. Цифрова нерівність призводитиме до зниження якості життя (менші можливості у всіх сферах життя, гірше медичне обслуговування та освіта), стане причиною інших нерівностей, водночас поглибить історично більш ранні нерівності і загалом призведе до втрати конкурентних позицій країни у світовій економіці
Активізація міграційних процесів, особливо серед працівників робочих професій
Витіснення ряду базових технологічних процесів, науково-технічних інновацій та економічних відносин, пов'язаних з соціальною орієнтацією економіки
Розмивання кордонів між роботою і приватним життям через поширення можливостей роботи з дому
Збільшення робочого навантаження через необхідність постійного підвищення кваліфікації задля отримання роботи
Посилення цінової конкуренції на ринку праці. З одного боку, працівникам з периферії, що володіють приблизно однаковим рівнем кваліфікації з працівниками з центру, вигідна цінова конкуренція, оскільки вони готові працювати за меншу заробітну плату, але з іншого боку – ІКТ дозволяють вийти на ринок працівникам із ще бідніших територій (наприклад, з інших країн), що фактично розв'язує цінову війну
Посилення гендерної нерівності у сфері праці і в суспільстві в цілому, в першу чергу через гендерно асиметричне скорочення зайнятості у зв'язку з цифровізацією. У доповіді Всесвітнього економічного форуму було зазначено, що майбутні зміни у сфері зайнятості здебільшого торкнуться жінок
Втручання у приватне життя внаслідок запровадження загального контролю над громадянами за допомогою цифрових технологій, і переважно технологій великих масивів даних (<i>Big Data</i>)
Загроза посилення утисків і експлуатації людей, помилкові звинувачення людей через помилки у роботі служб типу «цифрової поліції». Концепція цифрової поліції вже була апробована багатьма

країнами, в тому числі розглядалися прогностні програми, що спрямовані на передбачення майбутніх злочинів на основі раніше зареєстрованих. Сьогодні така поліцейська діяльність піддається критиці за відсутність прозорості та демократичного контролю, систематичні дискримінації окремих груп людей і меншин, дуже великий рівень помилкових спрацьовувань
Перекис суспільної уваги у бік цифрових трансформацій та нарощування прибутків, замість прямування до використання здоров'язберігаючих технологій та ефективного використання природних ресурсів
Цифровий аутизм і гіперінформаційність середовища внаслідок втрати соціальних навичок, що викликає нездатність критично мислити та розвиток кліпового мислення (сприйняття навколишньої дійсності як послідовності не пов'язаних між собою явищ, а не як однорідної структури, що існує як взаємопов'язана система)
Загроза обмеження свобод і вільного вибору людей через те, що доступ до товарів і послуг в цифровій економіці дедалі більше визначаються алгоритмами («кодом»). В епоху цифровізації існує небезпека того, що алгоритмічні підходи будуть недоречно переноситися з об'єктів на суб'єкти, з роботів на людей. Такий підхід, що керується даними та алгоритмами, упускає з уваги багато важливих якостей людського життя, що важко піддається вимірюванню і до яких можуть бути віднесені: свобода, творчість, культура, людська гідність, любов та ін. При подальшому поширенні цифровізації, суспільство може все більше автоматизуватися і працювати як машина, що загрожує підірвати різноманітність, інновації, стійкість суспільства та колективний інтелект
Загроза неконтрольованого впливу на людей за рахунок нейротехнологій. Нейротехнології здатні керувати думками, емоціями та рішеннями людей, формувати їхні ідеї, спогади та цінності за допомогою комп'ютерного керування. Такий підхід, який можна в чомусь порівняти з гіпнозом, несе великий потенціал для зловживання, від якого люди не можуть захиститися. Він включає в себе обман, який може бути більш реалістичним, ніж глибокі фейки, і може доходити до втягування людей у злочини чи нещасні випадки проти їх волі. “Neuralink” вже розроблені мозкові чипи, а дослідники та інженери працюють над людино-машинним інтерфейсом (НМІ), що базується на розсіюванні наночастинок у мозку. Вищезазначені технологічні розробки не лише загрожують свободі думки, а й свободі волі. Занепокоєння з цього приводу, зокрема, висловили низка технологічних мільярдерів, які припустили, що реальність може бути комп'ютерною симуляцією
Загрози, що несе в собі концепція Інтернет тіла (IoB). Завдяки зручності та ефективності подібних інновацій ринок пристроїв, що контролюють людський організм, аналізують і зберігають дані про нього, а подекуди і втручаються в роботу тіла в медичних цілях, – зростає. Деякі пристрої, наприклад, штучна підшлункова залоза для діабетиків, могли б революціонізувати лікування хвороби, однак інші можуть мати лише зворотний ефект, збільшувати витрати на охорону здоров'я, посилювати соціальні диспропорції за рахунок доступу до даних благ лише фінансово забезпечених верств населення. Також пристрої IoB можуть збільшити ризики фізичної шкоди користувачам, шпигунства та експлуатації даних про людину та її здоров'я зловмисниками, використання для посилення позицій авторитарних режимів через спостереження та контроль за людьми через ці пристрої. Окрім того, розвиваються технології IoB на основі наночастинок і наноботів, що можна використовувати в медицині не тільки для діагностики та лікування, а і в перспективі – для редагування генів. Враховуючи те, що нанотехнології поки що в основному нерегульовані, а наночастинок можуть поглинатися через їжу, воду, повітря, ліки та вакцини, виникає велика група ризиків для людей через неконтрольованість, недостатню вивченість і нерегульованість розвитку технологій IoB
<i>Технологічного характеру</i>
Зростання імовірності технологічних збоїв і техногенних катастроф
Загрози національній безпеці країн, насамперед, її кібер- і військово-промисловій безпеці через посилення імовірності злочинних втручань різного характеру з застосуванням нових цифрових технологій
Загроза кібератак у всіх сферах економіки та для будь-яких суб'єктах господарювання. Згідно зі звітом Всесвітнього економічного форуму, кібератаки належать до п'ятірки головних небезпек, що загрожують людству, а кіберзлочинність за останні роки зросла в десятки разів. Новими трендами стали шахрайство з криптовалютами та атаки на віртуальні цінності в блокчейні. Обсяг інвестицій у кіберзахист у 2018 р., за деякими оцінками, склав 96 млрд дол.

Загроза отримання суперінтелектуальних якостей штучним інтелектом. Відповідно до закону Мура, потужність обробки інформації зростає експоненціально, постійно прискорюється її швидкість. При збереженні цих тенденцій очікується, що обчислювальна потужність суперкомп'ютерів зросте і зрештою перевищить потужність обробки людського мозку, що зробить контроль над такою системою («суперінтелектом») неможливою і може призвести до непередбачуваних проблем
<i>Контролю</i>
Загрози інформаційно-цифрових маніпуляцій і шахрайських операцій у невиробничій сфері
Загрози неможливості контролю фінансових махінацій від надання легітимності використання криптовалют як форми розрахунків в окремих сферах економіки
Загрози виходу ІТ-компаній з-під державного контролю, оподаткування тощо

Джерело: укладено автором на основі [1; 4; 10; 15; 29–38]

Таким чином, цифровізація є вже сьогодні тією об'єктивною реальністю, в якій буде розвиватися суспільство. Вона проявляється в корінних перетвореннях, що знаходять вираження в глибокому проникненні цифрових технологій у всі сфери життя. Водночас вплив цифровізації на подальший розвиток суспільства, економіки та бізнесу є неоднозначним і суперечливим, про що свідчить велика кількість загроз, що вона несе. Отже, для отримання переваг від поширення цифровізації необхідним є обережний виважений підхід до впровадження цифрових технологій в усіх сферах, з урахуванням специфіки процесів, що відбуваються, та реального стану і готовності до сприйняття та контролю цифрових трансформацій [1; 4].

1.2. Оцінка процесів цифровізації в країнах світу та Україні в світових індексах і рейтингах

Сьогодні з метою оцінки цифровізації та впливу ІКТ на економічний розвиток країн світу розроблено значну кількість різного роду індексів і рейтингів [30]. За дослідженням [39], найбільш популярним і пізнаваним є Глобальний інноваційний індекс (Global Innovation Index, GII), оскільки кількість його згадувань при здійсненні запитів на сайтах пошукової системи

Google в мережі Інтернет, становить 457 млн одиниць. Потім слідує Індекс сприйняття цифровізації (Digital Adoption Index, DAI) – 191 млн згадувань, Індекс цифрової еволюції (Digital Evolution Index, DEI), Індекс цифрової економіки та суспільства (Digital Economy and Society Index, DESI) та Індекс розвитку ІКТ (ICT Development Index, IDI) – 70,7 млн згадувань.

Розглянемо детальніше індекси, що використовуються для виміру цифровізації в країнах світу та Україні, та оцінки, що ними надаються [4; 30].

Глобальний інноваційний індекс (Global Innovation Index, GII) розроблений Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (WIPO). У рамках GII проводиться аналіз показників інноваційної діяльності на фоні економічної та геополітичної ситуації, що характеризується невизначеністю. Аналізуючи ефективність інноваційної діяльності понад 130 економік, автори GII оцінюють самі передові з точки зору інновацій економіки світу, при цьому визначаючи їх сильні та слабкі сторони в цій сфері [40].

Загальний рейтинг GII базується на двох субіндексах, що всебічно відображують стан інновацій: субіндекс Інноваційного вкладу та субіндекс Інноваційного результату. Таким чином, для його оцінки розраховуються три субіндекси/індекси:

- субіндекс Інноваційного вкладу (в ньому п'ять основних компонентів враховують основні елементи економіки, що сприяють інноваційній діяльності). Ідея полягає в тому, що інноваційні внески сьогодні – і відповідні зусилля з розвитку бази науки, інновацій та людського капіталу, а також відповідного інноваційного середовища – готують підґрунтя для інноваційних результатів завтрашнього дня;

- субіндекс Інноваційного результату (інноваційний результат розглядається як результатом інноваційної діяльності в економіці). Хоча вихідний підіндекс містить лише дві компоненти, він має таку саму вагу, як і субіндекс Інноваційного вкладу у розрахунку загальних балів GII. Інакше кажучи, основні принципи та показники результатів інновацій мають непропорційно більшу вагу порівняно з вкладом інновацій;

– загальна оцінка ГІІ – це середнє значення субіндексів вкладу та результату, на основі яких складається економічний рейтинг ГІІ.

Кожна з п'яти вхідних і двох вихідних компонент поділена на три групи, кожна з яких складається з окремих індикаторів – загалом 80.

Індекс покликаний дати якомога більш повну картину в галузі інновацій, в том числі враховуючи показники політичної ситуації, системи освіти, інфраструктури та створення знань у досліджуваних країнах тощо.

Різноманітні показники, що лежать в основі ГІІ, допомагають відслідковувати інноваційну ефективність і зіставляти рівні розвитку країн одного регіону чи однієї групи за рівнем доходів.

Рейтинг окремих країн світу, що були досліджені відповідно до Global Innovation Index у 2023 р., наведено на рис. 1.6.

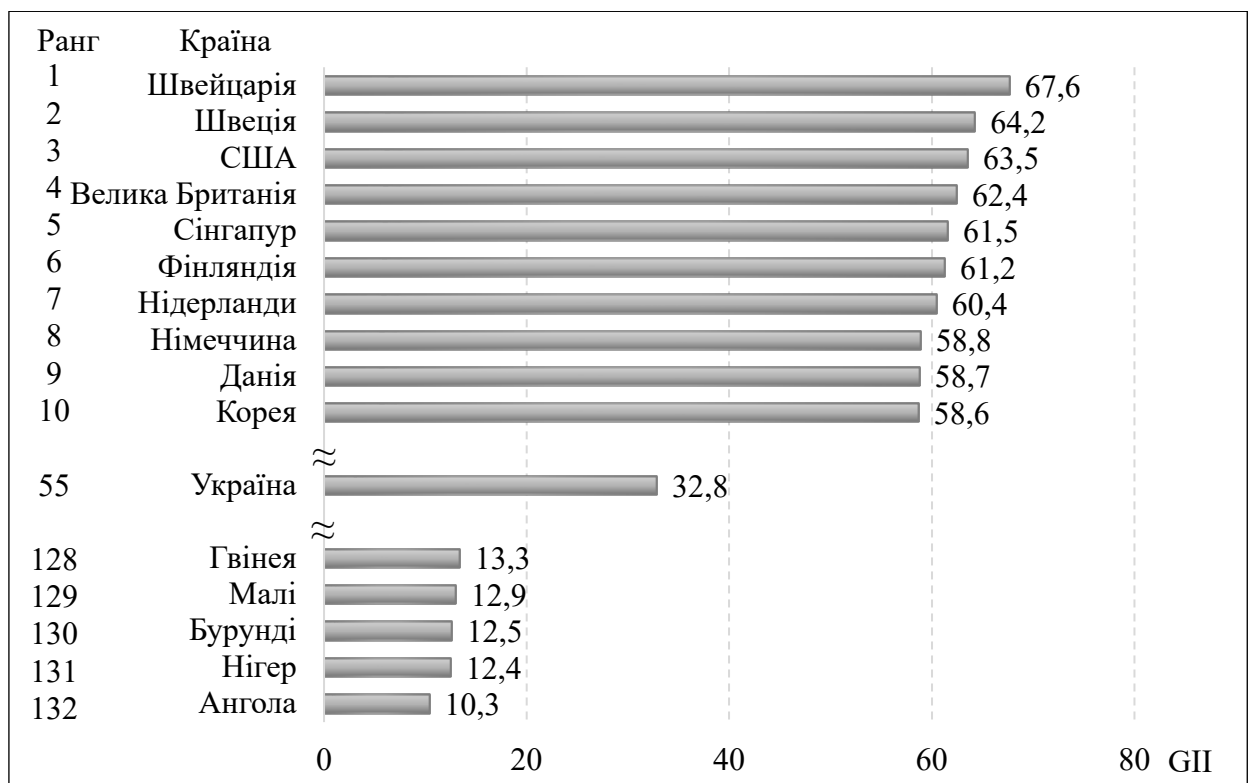


Рис. 1.6. Рейтинг окремих країн світу відповідно до Global Innovation Index у 2023 р.

Джерело: укладено автором за [40]

Як видно з рис. 1.6, до країн-лідерів рейтингу ГІІ у 2023 р. відносилися: Швеція, Швейцарія, США, Велика Британія та Сінгапур. Україна в рейтингу

посідала 55-те місце серед 132 досліджуваних країн світу.

Індекс прийняття цифровізації (Digital Adoption Index, DAI) – вимірює впровадження цифрових технологій за трьома вимірами економіки: люди, уряд та бізнес. Індекс побудований економістами Світового банку у співпраці з Microsoft та охоплює 180 країн за шкалою від 0 до 1, і підкреслює «сторону пропозиції» запровадження цифрових технологій, щоб максимізувати охоплення та спростити теоретичні зв'язки [41].

DAI складається з трьох основних компонентів:

- Індекс прийняття цифрових технологій для громадян: оцінює рівень доступу та використання громадянами цифрових технологій, таких як Інтернет, мобільні телефони та соціальні мережі;
- Індекс прийняття цифрових технологій для уряду: оцінює рівень використання цифрових технологій урядами для надання послуг громадянам та функціональності;
- Індекс прийняття цифрових технологій для бізнесу: оцінює рівень використання цифрових технологій підприємствами для ведення бізнесу.

DAI має певні переваги перед існуючими показниками цифровізації та індексами. По-перше, він відображає ступінь, у якому цифрові технології доступні та прийняті всіма ключовими агентами в економіці – людьми, підприємствами (фірмами) та урядами. Тому він дає більш вичерпну картину дифузії технологій, ніж існуючий набір показників. По-друге, він побудований з використанням даних про покриття та використання, базуючись на інформації з внутрішніх джерел бази даних Світового банку, і тому DAI більш надійний, ніж ті індекси цифровізації, що базуються на опитуваннях сприйняття [30].

Індекс прийняття цифровізації був розроблений з урахуванням запитів політиків та урядовців та призначений слугувати орієнтиром для вимірювання «сторони пропозиції» цифрової економіки та допомогти політикам на місцях у розробці стратегії просування цифрових технологій для різних груп користувачів. Методика, що використовується для побудови DAI, забезпечує

значну гнучкість для коригування індексу пристосування нових цифрових технологій (наприклад, мобільних грошей або великих даних Big Data), з метою детального перегляду дезагрегованого рівня (наприклад, DAI для електронної роздрібної торгівлі або цифровий ідентифікатор).

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до Digital Adoption Index у 2016 р., наведено на рис. 1.7.

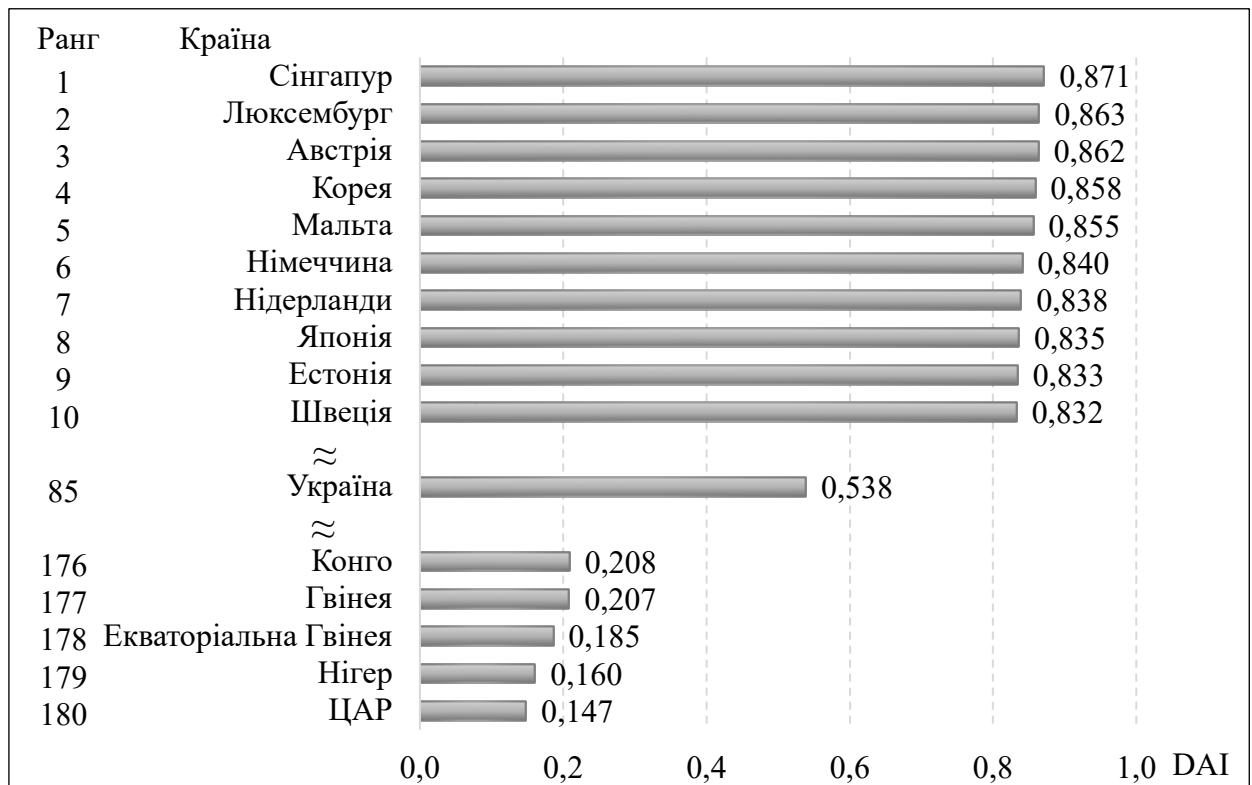


Рис. 1.7. Рейтинг країн світу відповідно до Digital Adoption Index у 2016 р.

Джерело: укладено автором за [41]

З рис. 1.7 видно, що до країн-лідерів рейтингу DAI у 2016 р. було віднесено: Сінгапур, Люксембург, Австрію, Корею та Мальту. Україна в рейтингу країн за DAI посідала 85-те місце серед 180 досліджуваних країн світу.

Глобальний індекс конкурентоспроможності (*The Global Competitiveness Index, GCI*) щорічно розраховувався Всесвітнім економічним форумом (ВЕФ, Швейцарія) між 2004 і 2020 роками та публікувався у Звіті про глобальну конкурентоспроможність [30; 42]. Глобальний індекс конкурентоспроможності був одним із найвпливовіших і найвідоміших

міжнародних рейтингів, який використовувався для порівняння економічного потенціалу та інвестиційної привабливості країн світу.

Індекс глобальної конкурентоспроможності розраховувався на основі 12 компонент: державні та приватні інститути, інфраструктура, макроекономічна стабільність, охорона здоров'я та початкова освіта, вища освіта та професійна підготовка, ефективність ринку товарів і послуг, ефективність ринку праці, рівень розвитку фінансового ринку, оснащеність новими технологіями, розмір ринку, рівень розвитку бізнесу та інновації. Питома вага кожної з 12 компонентів GCI пов'язана залежністю з порогом доходів на душу населення. Компоненти, своєю чергою, складаються зі 119 змінних або індикаторів, третина з яких – статистичні дані, що отримувалися від міжнародних організацій, опитувань топ-менеджерів великих компаній за методологією ВЕФ.

До характеристик цифровізації GCI можна віднести компоненту «Оснащеність новими технологіями», що охоплює такі фактори, як доступ до Інтернету, мобільне підключення, використання комп'ютерів, електронне урядування та інновації.

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до The Global Competitiveness Index у 2019 р., наведено на рис. 1.8. Як видно з рис. 1.8, до країн-лідерів рейтингу GCI у 2019 р. відносилися: Сінгапур, США, Гонконг, Нідерланди та Японія. Україна в рейтингу країн за GCI посідала 85-те місце серед 141 досліджуваної країни світу.

Індекс світової цифрової конкурентоспроможності (World Digital Competitiveness Index, WDCI), розроблений Всесвітнім центром конкурентоспроможності (IMD), оцінює спроможність і готовність 64 економік до сприйняття та дослідження цифрових технологій як ключову рушійну силу економічної трансформації в бізнесі, урядових операцій та суспільстві в цілому [43; 44].

Рейтинг WDCI враховує три фактори: знання, технології та готовність до майбутнього.

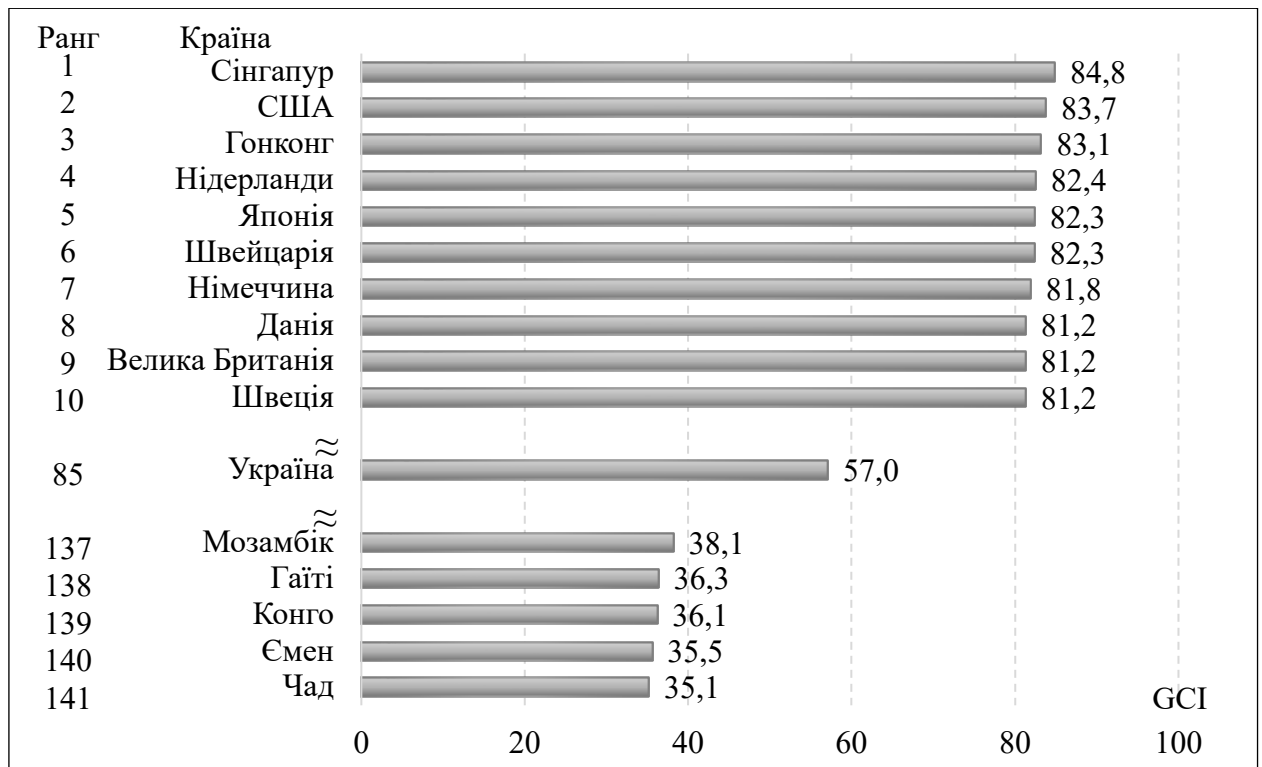


Рис. 1.8. Рейтинг країн світу відповідно до The Global Competitiveness Index у 2019 р.

Джерело: укладено автором за [42]

«Знання» – це фактор, що досліджує здатність населення країни розуміти та використовувати технології. Він враховує такі аспекти, як освіта, навчання навичок і наукові дослідження. «Технології» – фактор, що оцінює рівень розвитку цифрової інфраструктури країни. Він враховує такі фактори, як проникнення Інтернету, впровадження мобільних технологій та безпека даних. «Готовність до майбутнього» – цей фактор розглядає підготовку країни до мінливого цифрового середовища. Він складається з таких аспектів, як гнучкість бізнесу, інвестиції в розробку технологій та нормативно-правове середовище.

Індекс світової цифрової конкурентоспроможності представляє загальний рейтинг 64 країн, що входять до Щорічника світової конкурентоспроможності (WCY, IMD). Рейтинг розраховується на основі 52 ранжованих критеріїв: 32 жорстких (статистичних даних) і 20 даних опитування. Кожному з трьох факторів присвоюється певна вага на основі

його важливості в цифровій конкурентоспроможності.

Методологія WDCI визнає постійно мінливий характер цифрового світу. Рейтинг періодично оновлюється, щоб відобразити нові розробки та нові тенденції. Це гарантує, що рейтинг залишається актуальним та інформативним показником підготовленості країни до цифрового майбутнього.

Рейтинг WDCI, заснований на сукупності надійних даних і відповідей на опитування керівників бізнесу та уряду, допомагає урядам і компаніям зрозуміти перспективні напрямки зосередження своїх ресурсів та якими для них мають бути найкращі практики, починаючи цифрову трансформацію.

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до World Digital Competitiveness Index у 2021 р., наведено на рис. 1.9.

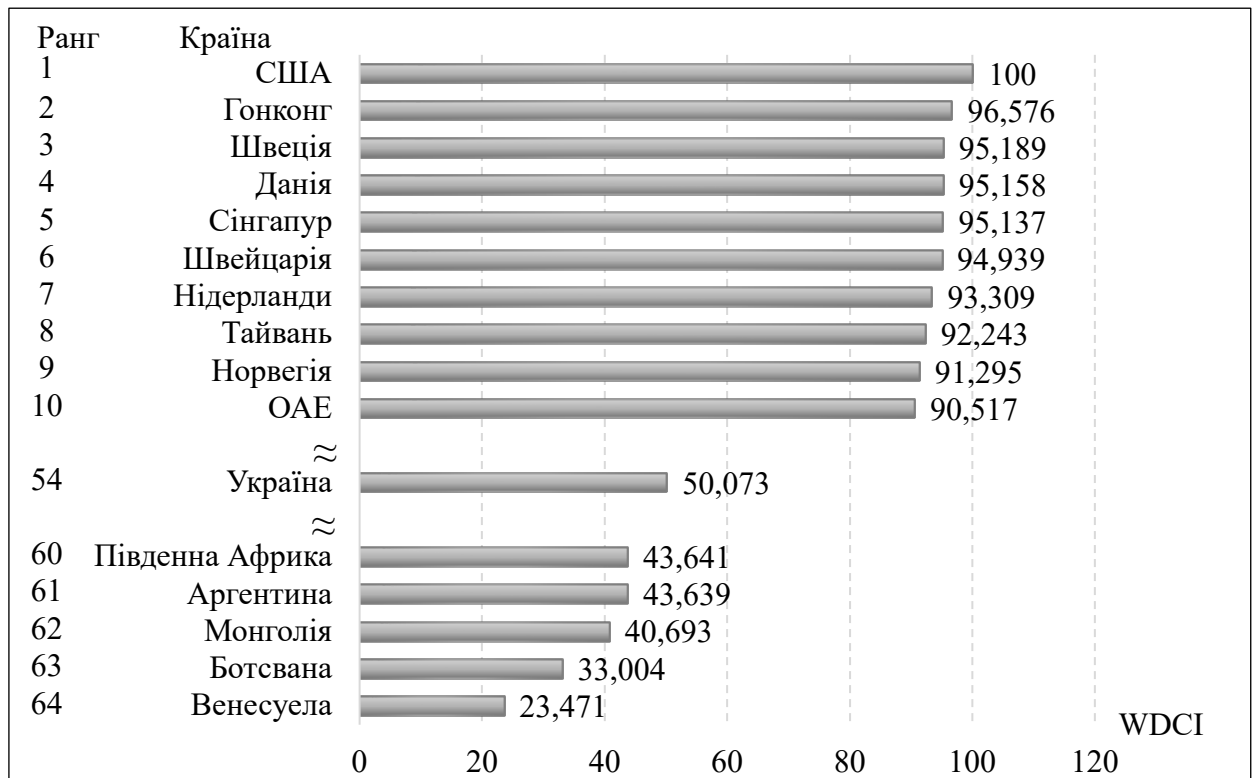


Рис. 1.9. Рейтинг країн світу відповідно до World Digital Competitiveness Index у 2021 р.

Джерело: укладено автором за [44; 45]

З рис. 1.9 видно, що до країн-лідерів рейтингу WDCI у 2021 р. відносилися: США, Гонконг, Швеція, Данія та Сінгапур. Україна в рейтингу країн за WDCI посідала 54-те місце серед 64 досліджуваних країн світу.

Індекс розвитку ІКТ (ICT Development Index, IDI) – це композитний індекс, що використовується для вимірювання рівня розвитку ІКТ в країнах світу. Він розраховується Міжнародним союзом електрозв'язку (ITU) спеціалізованим підрозділом ООН у сфері електрозв'язку для 169 країн на основі 10 показників [46; 47].

Структуру Індексу розвитку рівня розвитку ІКТ наведено в табл. Б.1 Додатка Б.

Субіндекс універсального підключення в ідеалі мав би включати показники щодо окремих осіб, домогосподарств, спільнот і підприємств, охоплюючи основні місця, де люди можуть підключатися, а саме вдома, у школах і громадських центрах, а також на роботі. Однак в IDI використовуються лише показники домогосподарств та окремих осіб через обмежену доступність даних.

Субіндекс значущості підключення в ідеалі мав би містити індикатори, які охоплюють п'ять факторів підключення: інфраструктура, доступність, пристрій, навички та безпека. Однак обмежена доступність даних і обмеження використання переважно офіційних даних дозволяють оцінити три з п'яти чинників: інфраструктуру, доступність і пристрій.

Незважаючи на обмеженість даних, IDI використовується урядами та міжнародними організаціями для інформування про політику, спрямовану на розвиток пріоритетних напрямків і вимірювання прогресу в розвитку ІКТ у країнах світу.

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до ICT Development Index у 2023 р., наведено на рис. 1.10. Як видно з рис. 1.10, до країн-лідерів рейтингу IDI у 2023 р. відносилися: Кувейт, Сінгапур, Катар, Естонія, Даєія. Україна в рейтингу країн за IDI посідала 93-тє місце серед досліджуваних країн світу.

Індекс готовності до мережі (Network Readiness Index, NRI) – був розроблений у 2002 р. Всесвітнім економічним форумом.

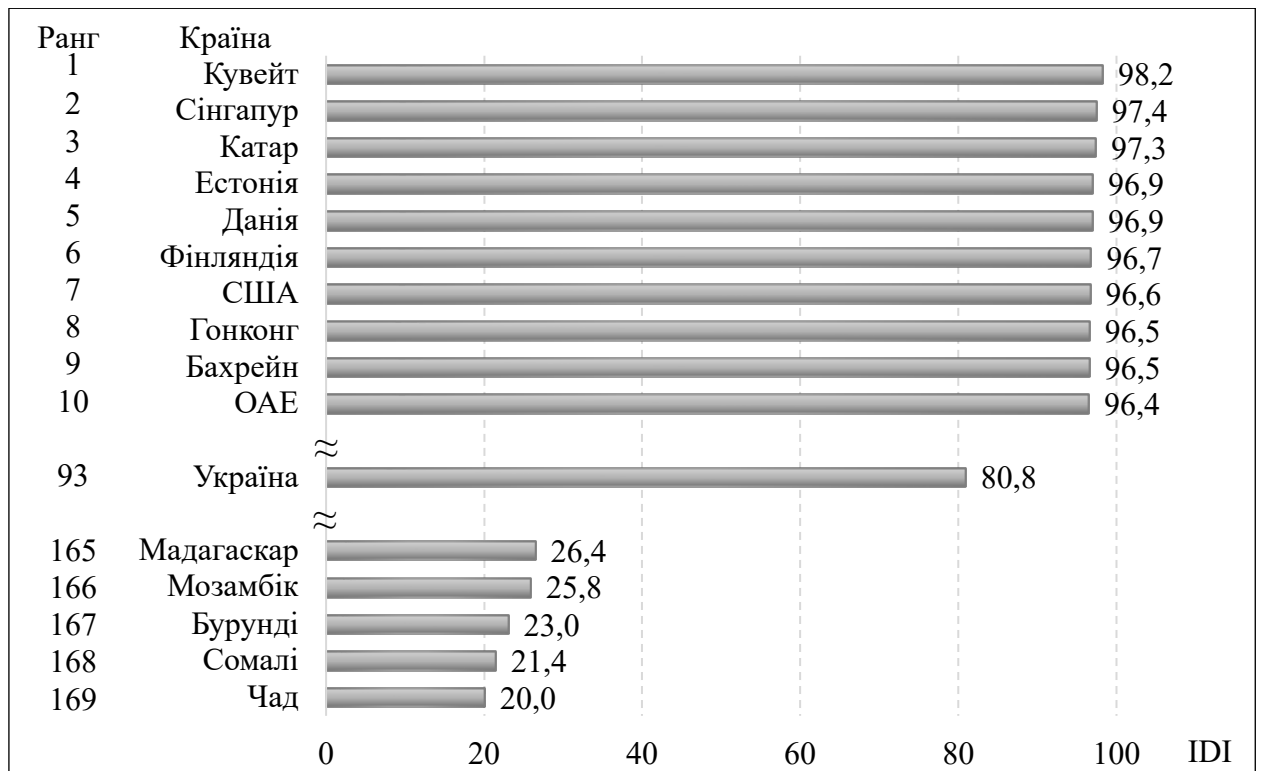


Рис. 1.10. Рейтинг країн світу відповідно до ICT Development Index у 2023 р.

Джерело: укладено автором [46]

Згодом NRI був перероблений у 2019 р. його розробниками та співредакторами С. Дуттою та Б. Ланвіном, щоб ширше відобразити, як технології та люди повинні бути інтегровані в структуру ефективного управління, щоб мати правильний вплив на економіку, суспільство та навколишнє середовище [48].

Індекс NRI визначає поширеність цифрових технологій у теперішньому мережевому світі і базується на чотирьох основних вимірах: технології, люди, управління та вплив. Такий підхід дозволяє NRI охопити та врахувати різні аспекти: від технологій майбутнього (Штучний інтелект (AI) та Інтернет речей (IoT) та ін.), до ролі цифрової трансформації в досягненні Цілей сталого розвитку.

Цифрова трансформація потребує постійного перегляду даних, які є основою для індексу NRI. Щорічно команда NRI вивчає різноманітні загальні та технічні джерела, виявляючи нові індикатори, які можуть ефективно

оцінити постійні зміни в цифровій еволюції та готовності мережі.

Незважаючи на те, що розвиток NRI має вирішальне значення, забезпечення його стабільності є настільки ж важливим для підтримки його чинності. Удосконалення NRI є результатом впровадження, еволюції або інтеграції відповідних показників. Проте в основі моделі NRI залишається віра в те, що спільне майбутнє людства залежить від бездоганного злиття людей і технологій.

Звіт NRI за 2023 рік базується на трьох основних принципах, що були сформульовані Технічно-консультативною групою NRI у 2019 році, і що гарантують індексу NRI готовність до майбутнього:

1. Підтримувати спадкоємність основних компонент NRI попередніх років.
2. Відображати поточні проблеми, пов'язані з розвитком ІКТ, які попередні індекси NRI, можливо, недостатньо врахували.
3. Забезпечувати перспективність індексу NRI незалежно від розвитку майбутніх технологічних тенденцій.

Індекс NRI у 2023 р. зберігає свою базову структуру з чотирьох складових: технології, люди, управління та вплив, загалом 58 часткових показників (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Структура Індексу готовності до мережі (NRI)

Джерело: [48]

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до NRI у 2023 р., наведено на рис. 1.12.

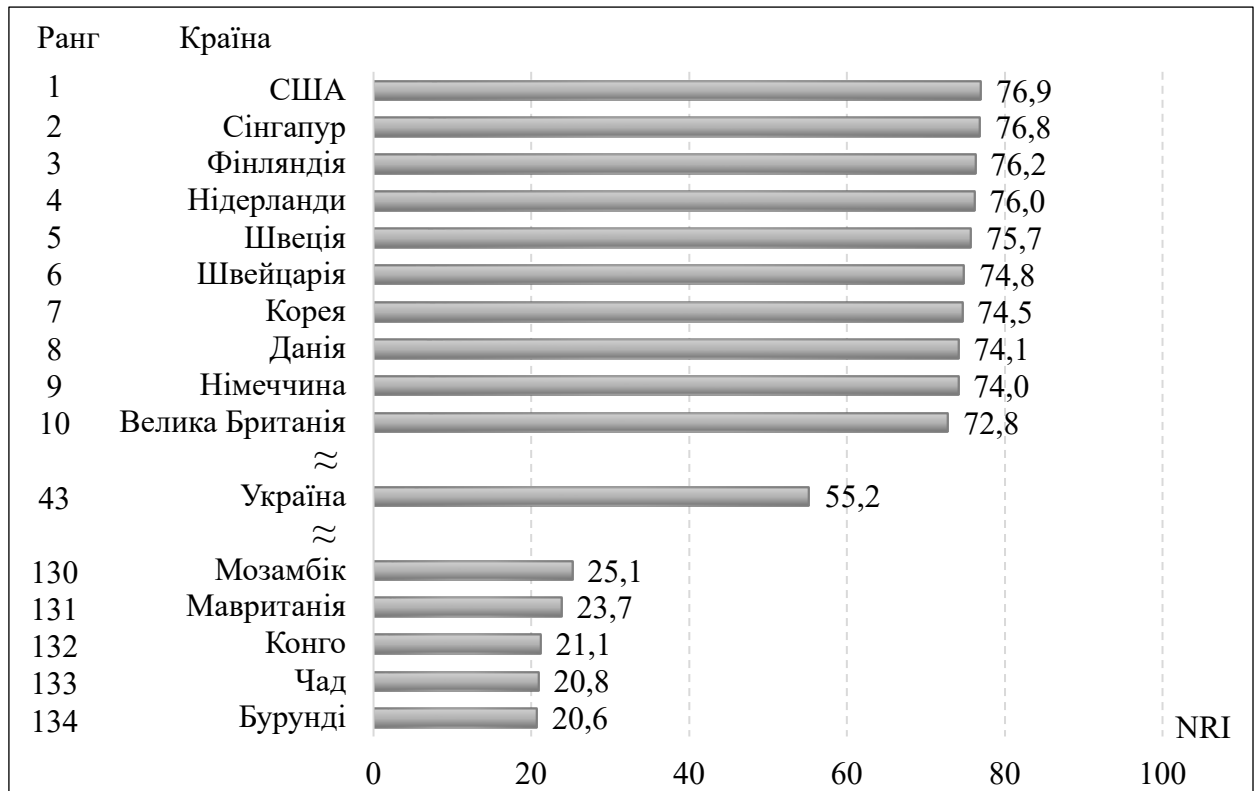


Рис. 1.12. Рейтинг країн світу відповідно до Network Readiness Index у 2023 р.

Джерело: укладено автором [48]

Як видно з рис. 1.12, до країн-лідерів рейтингу NRI у 2023 р. відносилися: США, Сінгапур, Фінляндія, Нідерланди та Швеція. Україна в рейтингу країн за NRI посідала 43-тє місце серед 134 досліджуваних країн світу.

Глобальний індекс кібербезпеки (*Global Cybersecurity Index, GCI*) – вперше було опубліковано у 2015 р., він допомагає країнам повисити рівень своєї прихильності забезпеченню кібербезпеки шляхом виявлення сильних сторін і точок зростання щодо кібербезпеки та висвітлення передового досвіду. На основі зібраної інформації в GCI представлені зобов'язання, які держави-члени можуть виконати в своїх національних умовах. Крім того, GCI сприяє розповсюдженню передового досвіду та формуванню глобальної культури кібербезпеки [49].

Основними цілями GCI є вимір:

- видів, рівнів і процесу трансформації зобов'язань країн у галузі кібербезпеки;
- прогресу у дотриманні зобов'язань у сфері кібербезпеки з глобальної точки зору;
- прогресу у дотриманні зобов'язань у сфері кібербезпеки з погляду регіональних перспектив;
- розриву у дотриманні зобов'язань у сфері кібербезпеки, тобто відмінностей між країнами з погляду рівня їхньої участі в ініціативах щодо забезпечення кібербезпеки.

Глобальною ціллю GCI є сприяння країнам у визначенні аспектів кібербезпеки, що вимагають покращення і сприяють підвищенню загального рівня кібербезпеки в усьому світі. У GCI також зібрані приклади передового досвіду, який країни можуть запозичити, щоб удосконалити свої методи забезпечення кібербезпеки та підвищити ступінь узгодженості підходів.

Індекс GCI являє собою індекс, що об'єднує різноманітні показники в галузі кібербезпеки у критерії, що ґрунтуються на п'яти основних складових Глобальної програми кібербезпеки (ГПК). Ці складові утворюють п'ять ключових компонент GCI, що являють собою різноманітні аспекти зобов'язань країн у сфері кібербезпеки (рис. 1.13).

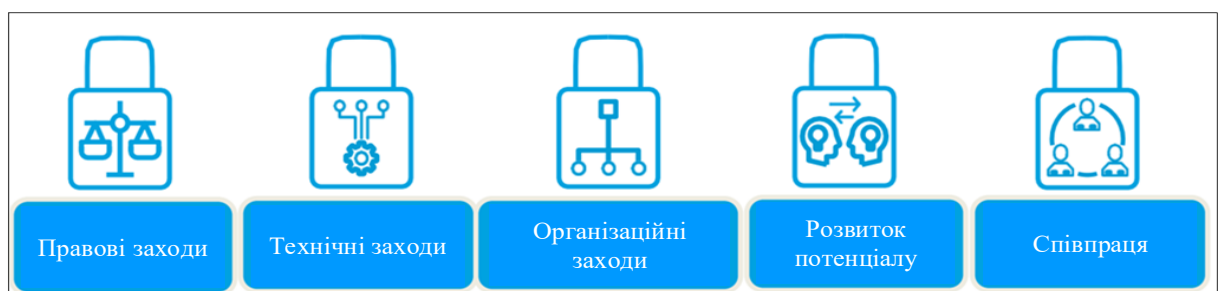


Рис. 1.13. Структура Глобального індексу кібербезпеки

Джерело: [49]

Правові заходи: законодавчі інструменти, що включають закони, нормативні положення та політику, що визначають права, обов'язки та заходи

захисту, що надаються стосовно ключових питань, пов'язаних із кібербезпекою, наприклад, щодо заборони певної кримінальної діяльності або мінімальних регуляторних вимог.

Технічні заходи: відсутність адекватних технічних заходів і можливостей для виявлення інцидентів і реагування на них держав-членів та їхніх відповідних структур щодо вразливості для кібер-ризиків, здатних нівелювати вигоди, зумовлені використанням цифрових технологій. Внаслідок цього держави-члени повинні мати можливість розробляти стратегії щодо впровадження загальноприйнятих критеріїв мінімальної безпеки та схем акредитації для додатків і систем програмного забезпечення. Технічні заходи можуть бути оцінені на підставі наявності створених або підтриманих державою-членом технічних інститутів і систем у сфері кібербезпеки.

Організаційні заходи: організаційні заходи необхідні для належної реалізації національних ініціатив. Держава-член має сформулювати загальну стратегічну мету, а також всебічний план реалізації, отримання результатів та їх аналізу. Для реалізації стратегії в галузі кібербезпеки й оцінки успішності чи неуспішності плану необхідно створення таких структур, як національні агенції. Організаційні структури можуть бути оцінені на підставі наявності та кількості інститутів та стратегій, що структурують розробку заходів у галузі кібербезпеки на національному рівні.

Заходи щодо розвитку потенціалу: розвиток потенціалу є невід'ємною частиною правових, технічних та організаційних заходів. Розуміння пов'язаних з кібербезпекою технологій, ризиків і наслідків може сприяти розробці досконалішого законодавства, політики, стратегій та більш ефективному розподілу ролей та обов'язків. Розвиток потенціалу включає розвиток знань і навичок як серед основного населення, так і серед фахівців, чия робота опосередковано або безпосередньо пов'язана з кібербезпекою.

Заходи у сфері співробітництва: зусилля щодо забезпечення кібербезпеки більш успішні в тому випадку, коли вони спираються на всі

сектори і дисципліни, що торкаються, і для їх реалізації необхідний цілісний підхід за участю багатьох зацікавлених сторін. Співпраця зміцнює діалог і координацію, що дозволяє сформувати ширшу сферу застосування кібербезпеки. Співпраця може включати такі види діяльності, як реалізація спільних ініціатив, обмін інформацією, проведення професійної підготовки та інші заходи, що об'єднують фахівців, посадових осіб та інших суб'єктів, які прагнуть підвищити рівень кібербезпеки.

Повна структура індексу GCI складається із п'яти основних складових: що включають в загальній складності 20 показників, 64 субпоказника й 28 мікропоказників, що складені на основі 83 питань. Питання підібрані таким чином, щоб дотримувався баланс між значущою деталізацією стосовно зобов'язань у галузі кібербезпеки, при цьому не випускаючи із виду загальну перспективу.

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до GCI у 2020 р., наведено на рис. 1.14.

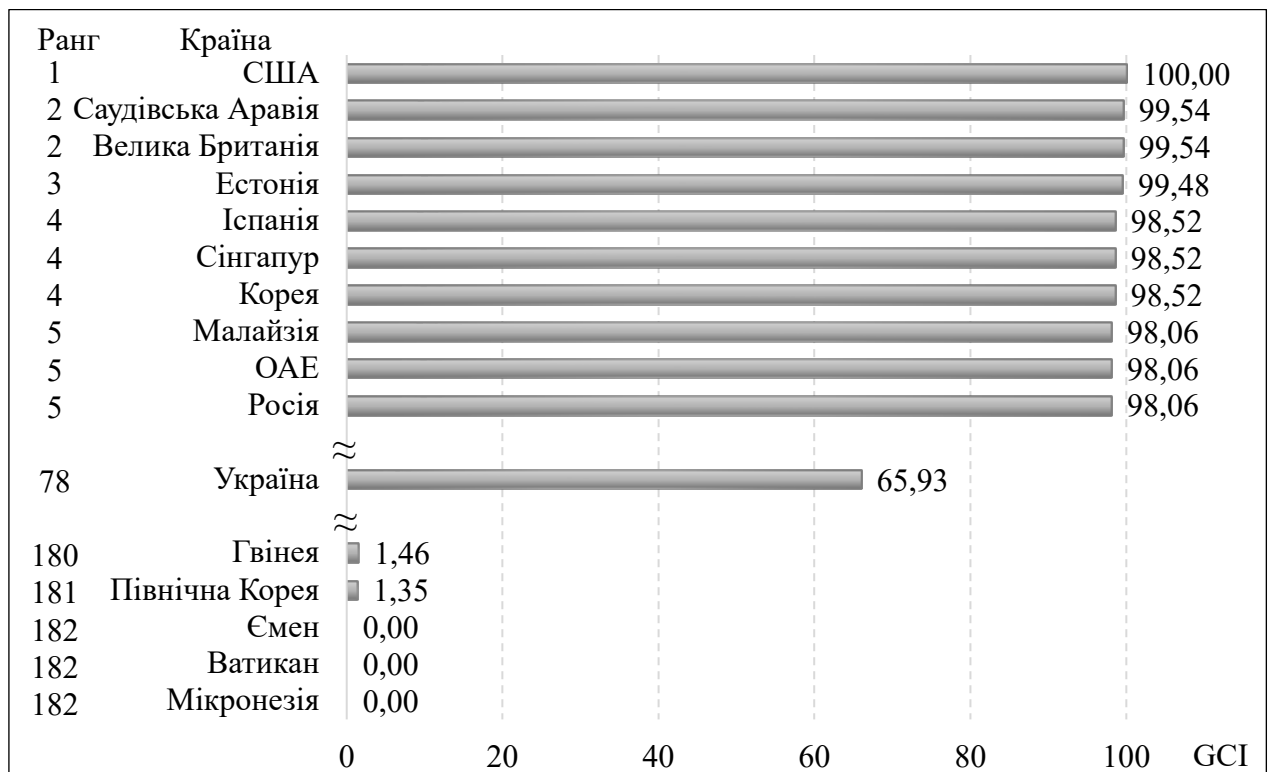


Рис. 1.14. Рейтинг країн світу відповідно до Global Cybersecurity Index у 2020 р.

Джерело: укладено автором за [50]

Як видно з рис. 1.14, до країн-лідерів рейтингу GCI у 2020 р. відносилися: США, Саудівська Аравія, Велика Британія, Естонія, Іспанія, Сінгапур та Корея. Україна в рейтингу країн за GCI посідала 73-тє місце серед 182 досліджуваних країн світу.

Індекс розвитку електронного урядування (E-Government Development Index, EGDІ) – це інструмент порівняльного аналізу, який надає порівняльну оцінку розвитку електронного урядування держав – членів ООН [50].

З математичної точки зору індекс EGDІ є середньозваженим значенням нормалізованих балів за трьома найважливішими вимірами електронного уряду:

- обсяг і якість онлайн-послуг, які кількісно визначаються як Індекс онлайн-послуг;
- стан розвитку телекомунікаційної інфраструктури, або Індекс телекомунікаційної інфраструктури;
- внутрішній людський капітал, або Індекс людського капіталу.

Кожен із цих індексів є зведеним показником, який можна отримувати й аналізувати незалежно.

Індекс онлайн-послуг – це власний кількісний інструмент, призначений для надання даних, що ґрунтуються на фактах, про надання послуг електронного урядування в режимі онлайн у державах-членах. Індекс онлайн-послуг містить 180 питань, що класифікуються у п'ять окремих тематичних областей, що утворюють п'ять підіндексів: інституційна основа; надання послуг; надання контенту; технологія; електронна участь.

Індекс телекомунікаційної інфраструктури – це середнє арифметичне з чотирьох показників: оціночна кількість користувачів Інтернету на 100 жителів; кількість абонентів мобільного зв'язку на 100 жителів; кількість абонентів бездротового широкосмугового доступу на 100 жителів; кількість фіксованих абонентів широкосмугового зв'язку на 100 жителів.

Індекс людського капіталу складається з чотирьох компонент: рівень грамотності дорослого населення; сукупний коефіцієнт охоплення

початковою, середньою та вищою освітою; очікувані роки навчання в школі; середня кількість років навчання.

Індекс електронної участі отримано як додатковий, він є багатогранною структурою, що складається з трьох основних компонент (електронної інформації, електронних консультацій та електронного прийняття рішень):

- електронна інформація (можливість участі через надання громадянам публічної інформації та доступу до інформації без чи за відповідним запитом);
- електронна консультація (залучення громадян до участі та обговорення державної політики та послуг);
- електронне прийняття рішень (розширення можливостей громадян шляхом спільного розроблення політики та послуг, а також способів їх надання).

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до E-Government Development Index у 2022 р., наведено на рис. 1.15.

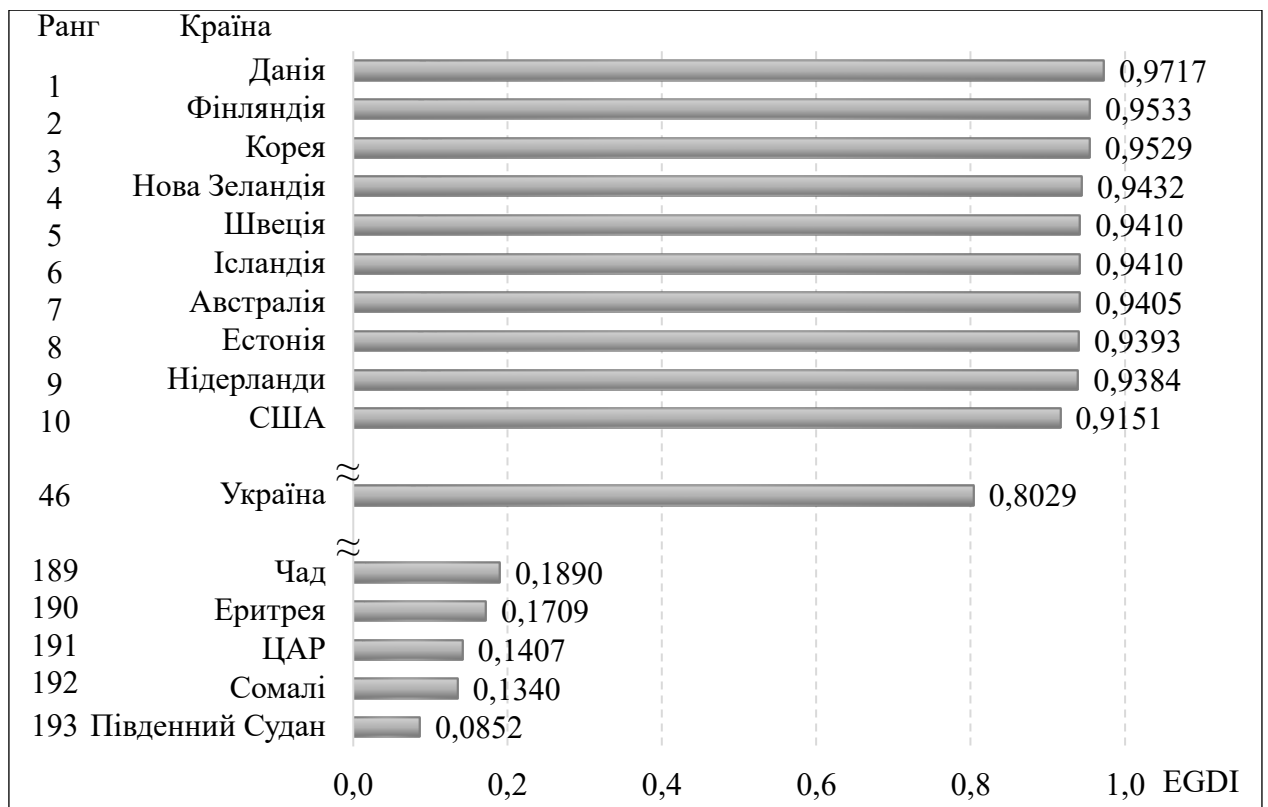


Рис. 1.15. Рейтинг країн світу відповідно до E-Government Development Index у 2022 р.

Джерело: укладено автором за [51]

Як видно з рис. 1.15, до країн-лідерів рейтингу EGDІ у 2022 р. відносилися: Данія, Фінляндія, Корея, Нова Зеландія та Швеція. Україна в рейтингу країн за EGDІ посідала 46-те місце серед досліджуваних країн.

Глобальний індекс підключення (Global Connectivity Index, GCI) – було створено фахівцями компанії Huawei для аналізу широкого спектра показників інфраструктури ІКТ та цифрової трансформації, щоб створити повну карту глобальної цифрової економіки [51].

Індекс порівнює 79 країн відповідно до їх ефективності за 40 показниками, що моніторять вплив ІКТ на національну економіку, цифрову конкурентоспроможність і майбутнє зростання. Разом на ці країни припадає 95 відсотків світового ВВП.

GCI – це унікальна кількісна оцінка, яка комплексно й об’єктивно оцінює зв’язок як з національною, так і з промисловою точки зору. Дослідницька структура охоплює поєднання передових і фундаментальних технологій, що дозволяє аналізувати те, як переплітаються вчора, сьогодні й завтра, щоб допомогти скласти карту глобальної цифрової економіки.

Індекс GCI складається із чотирьох сегментів: пропозиція, попит, досвід і потенціал. Вони охоплюють увесь ланцюжок розвитку ІКТ та цифрової трансформації, щоб забезпечити всебічний погляд на цифрову економіку (табл. Б.2 Додатка Б). Для кожного індикатора країна отримує рейтинг від 1 (низький) до 10 (високий) залежно від отриманих даних. Кожен індикатор має шкалу, засновану на реалістичному цільовому значенні на 2025 рік й далі, з балом «10», що вказує на досягнення цільового значення. Ці цільові значення екстрапольовано з прогнозів проникнення на ринок, заснованих на країнах із найвищим рейтингом, історичних показниках ринку й експертних думках. Потім оцінка кожної країни визначається її нормалізованим значенням вхідних даних щодо цієї шкали. У більшості базових випадків значення, що становить менше 10 % цільового значення, отримує оцінку 1. Значення від 10 % до 20 % цільового значення отримує оцінку 2 і так далі. Остаточний індекс GCI потім розраховується як середнє чотирьох сегментів. Всі 40

індикаторів можна аналізувати як вертикально (пропозиція, попит, досвід, потенціал), так і горизонтально (широкосмуговий зв'язок, хмара, Інтернет речей та III).

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до Global Connectivity Index у 2020 р., наведено на рис. 1.16.

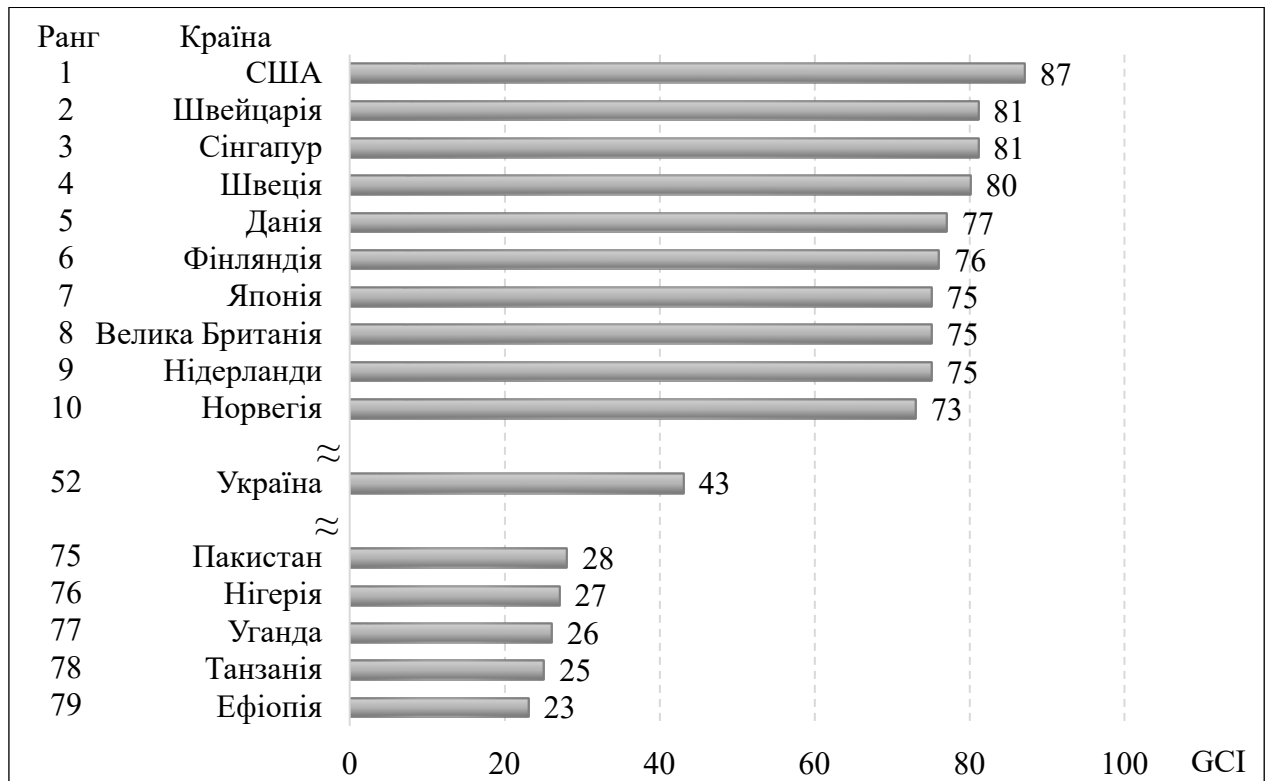


Рис. 1.16. Рейтинг країн світу відповідно до Global Connectivity Index у 2020 р.

Джерело: укладено автором за [52]

Як видно з рис. 1.16, до країн-лідерів рейтингу GCI у 2020 р. відносилися: США, Швейцарія, Сінгапур, Швеція та Данія. Україна в рейтингу країн за GCI посідала 52-ге місце серед 79 досліджуваних країн світу.

Індекс мобільного підключення (The Mobile Connectivity Index, MCI) – розроблено глобальною організацією Global System for Mobile Communications (GSMA), що представляє інтереси понад 1000 операторів мобільних мереж у всьому світі й об'єднує мобільну екосистему для виявлення, розробки та реалізації інновацій, що є основою для сприятливого бізнес-середовища та суспільних змін [53].

Індекс МСІ вимірює показники 170 країн, що представляють 99 % населення світу, порівняно з ключовими факторами впровадження мобільного Інтернету: інфраструктурою, доступністю, готовністю споживачів, а також контентом і послугами. Ці дані можуть допомогти мобільній індустрії та іншим зацікавленим сторонам зрозуміти, на чому зосередити дії, щоб сприяти зростанню впровадження мобільного Інтернету.

Загальна оцінка індексу МСІ розраховується на основі 32 часткових показників, що входять до 11 складових, які з відповідними вагами входять до складу чотирьох субіндексів: інфраструктура, доступність, готовність споживача та контент і послуги (табл. Б.3 Додатка Б).

Таким чином, індекс МСІ складається з чотирьох субіндексів, кожен з яких оцінюється від 0 до 100. Вищий бал пов'язаний із більш сприятливим середовищем для забезпечення підключення до мобільного Інтернету.

При аналізі отриманих оцінок індексу МСІ розробники пропонують розглядати окремі країни в групах кластерів країн, а не робити занадто великий акцент на балах або позиціях окремої країни. Розробники визначили п'ять «кластерів», щоб згрупувати країни зі схожим сприятливим середовищем:

- Лідери (оцінка вище 80) загалом дуже добре працюють у всіх механізмах (субіндекси) і мають дуже високий рівень проникнення мобільного Інтернету;
- Просунуті (оцінка вище 65) – добре працює з трьома механізмами та зазвичай має високий рівень проникнення;
- Перехідні (оцінка вище 50) – добре працюють принаймні з двома механізмами;
- Країни, що розвиваються (показник вище 35), досить добре працюють з одним або двома механізмами, але демонструють можливості для вдосконалення;
- Першовідкривачі (оцінка нижче 35) демонструють можливості для вдосконалення за всіма чотирма механізмами та мають, відповідно, низький рівень проникнення мобільного Інтернету.

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до The Mobile

Connectivity Index у 2022 р., наведено на рис. 1.17.

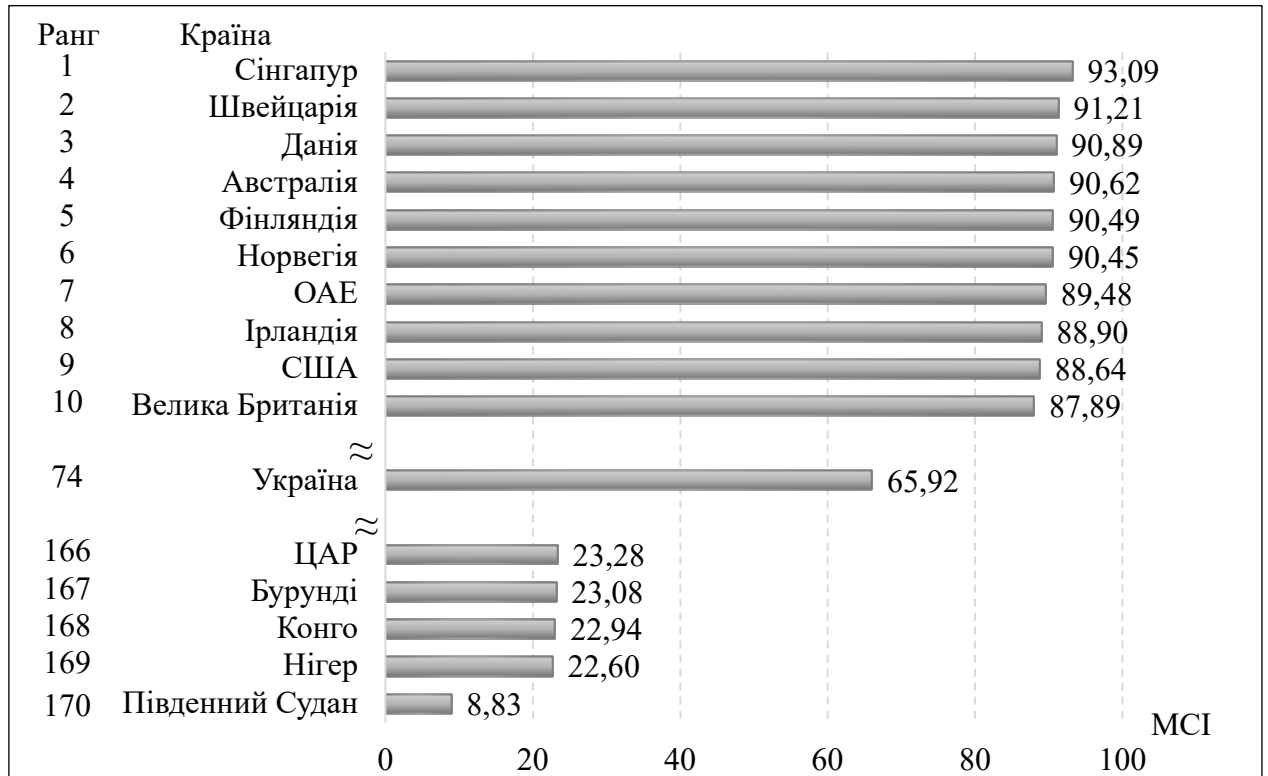


Рис. 1.17. Рейтинг країн світу відповідно до The Mobile Connectivity Index у 2022 р.

Джерело: укладено автором [53]

Як видно з рис. 1.17, до країн-лідерів рейтингу MCI у 2022 р. відносилися: Сінгапур, Швейцарія, Данія, Австралія та Фінляндія. Україна в рейтингу країн за MCI посідала 52-ге місце серед 170 досліджуваних країн світу та за класифікацією розробників індексу потрапила до групи країн «Просунуті».

Індекс цифрового інтелекту (The Digital Intelligence Index, DII) – це спільна дослідницька ініціатива Школи Флетчера при Університеті Тафтса та Mastercard, являє собою інтерактивну дослідницьку платформу, що створена для того, щоб надати засновану на фактах практичну інформацію про те, як підвищити цифрову конкурентоспроможність, виховати довіру до цифрової економіки та сприяти відповідальному використанню даних, ШІ та інших передових технологій для вдосконалення продуктивності та зростання благ [54].

Індекс цифрового інтелекту надає детальну розбивку відносної продуктивності окремої економіки в системах показників цифрової еволюції (Digital Evolution) і цифрової довіри (Digital Trust). Інформаційні панелі ДІІ пропонують набір візуалізацій для оцінки цифрових переваг і недоліків економіки, порівнюючи її оцінку за кожним виміром індексу з глобальними медіанними показниками та середніми показниками групи доходів.

Система показників цифрової еволюції (Digital Evolution) порівнює цифрову зрілість (Digital Evolution: State) та історичну траєкторію зростання (Digital Evolution: Momentum) 90 вибраних економік, використовуючи 160 порівнянних показників за 12-річний період (2008–2019 рр.), які становлять 95 % онлайн-населення світу, за чотирма ключовими драйверами: умови пропозиції, умови попиту, інституційне середовище, інновації та зміни (рис. 1.18). Отримана структура фіксує як стан, так і швидкість цифрової еволюції, та визначає наслідки для інвестицій, інновацій і політичних пріоритетів.

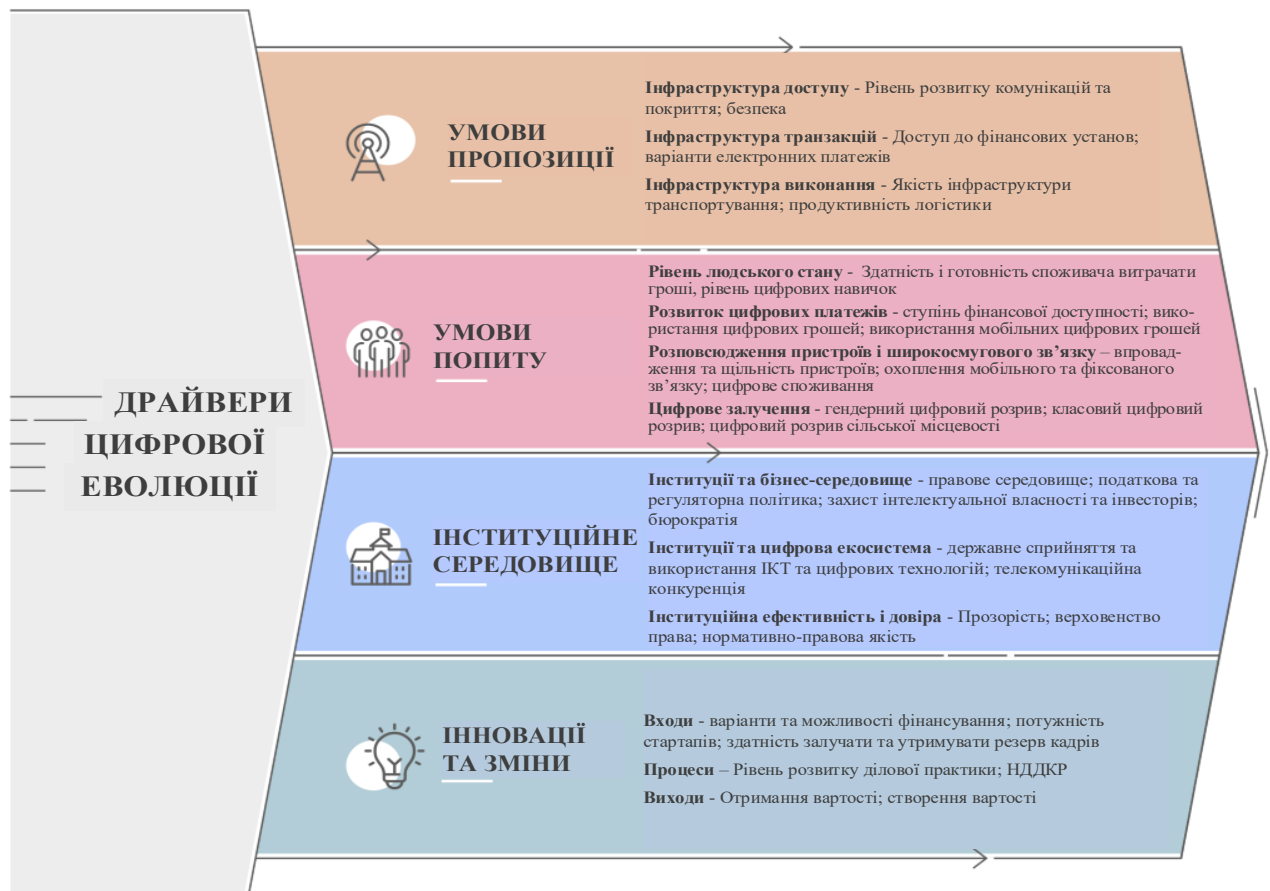


Рис. 1.18. Структура драйверів цифрової еволюції

Джерело: [54]

Умови пропозиції. Цей драйвер вимірює якість і готовність цифрової та базової аналогової інфраструктури для полегшення доступу, забезпечення взаємодії та транзакцій в Інтернеті, а також забезпечення реалізації та доставки фізичних і цифрових товарів і послуг.

Умови попиту. Цей драйвер визначає стан життя людини онлайн, стан цифрової інклюзії незалежно від раси, класу та статі. Індикатори, що лежать в основі умов попиту, допомагають вирішити додаткові питання, такі як: чи мають споживачі засоби й інструменти, необхідні для підключення до цифрової економіки, чи є у споживачів готовність і постійний інтерес продовжувати активну участь у цифровій економіці?

Інституційне середовище. Цей драйвер характеризує вплив прямих інвестицій в інфраструктуру та встановлення законів і правил, дію та політику уряду, що відіграють важливу роль у підтримці або перешкоджанні розвитку бізнесу, який створює та поширює цифрові технології.

Інновації та зміни. Індикатори, пов'язані з цим драйвером, зосереджені на основному питанні: який рівень інновацій присутній в цифровій економіці країни? Інновації та викликані ними зміни розширюють межі цифрової екосистеми та її можливості; це в рівних частинах найвпливовіший і складний драйвер для швидкого старту.

Зведена картина цифрової економіки (Digital Evolution) відстежує 160 показників задля вимірювання поточного стану та темпів цифровізації в економіці. Індекс структурований за чотирма рівнями: індикатори, кластери, компоненти та драйвери. Індикатори – це стандартизовані точки даних, що відповідають на певне питання. Індикатори об'єднуються в кластери, що відображують 35 аспектів цифровізації, які потім об'єднуються в 13 компонент вищого порядку та потім вводяться в чотири драйвери.

Після того, як індикатори об'єднано в кластери, компоненти, драйвери та, зрештою, остаточні оцінки, остаточні оцінки змінюються відповідно до діапазону від 0 до 100. Імпульсні оцінки генеруються шляхом застосування формули складеного річного темпу зростання (CAGR) до кінцевих показників

індексу в часовому вікні (2008–2019 рр.). Після розрахунку темпів зростання індексу для кожної економіки змінюється CAGR за аналогічною шкалою від 0 до 100.

Щодо медіанних значень цифрової зрілості (Digital Evolution: State) та історичної траєкторії зростання (Digital Evolution: Momentum) виділяються чотири зони економік:

Економіки, що виділяються (Stand Out), є водночас розвиненими в цифровому відношенні та демонструють високий темп розвитку;

Проривні економіки (Break Out) – мають низький рівень поточного рівня цифровізації, але швидко розвиваються;

Економіки, що затримуються (Stall Out), – мають високий рівень цифрового прогресу, демонструючи уповільнення;

Економіки, що спостерігають (Watch Out), – стикаються зі значними проблемами через низький рівень цифровізації та низьку динаміку (рис. 1.19).

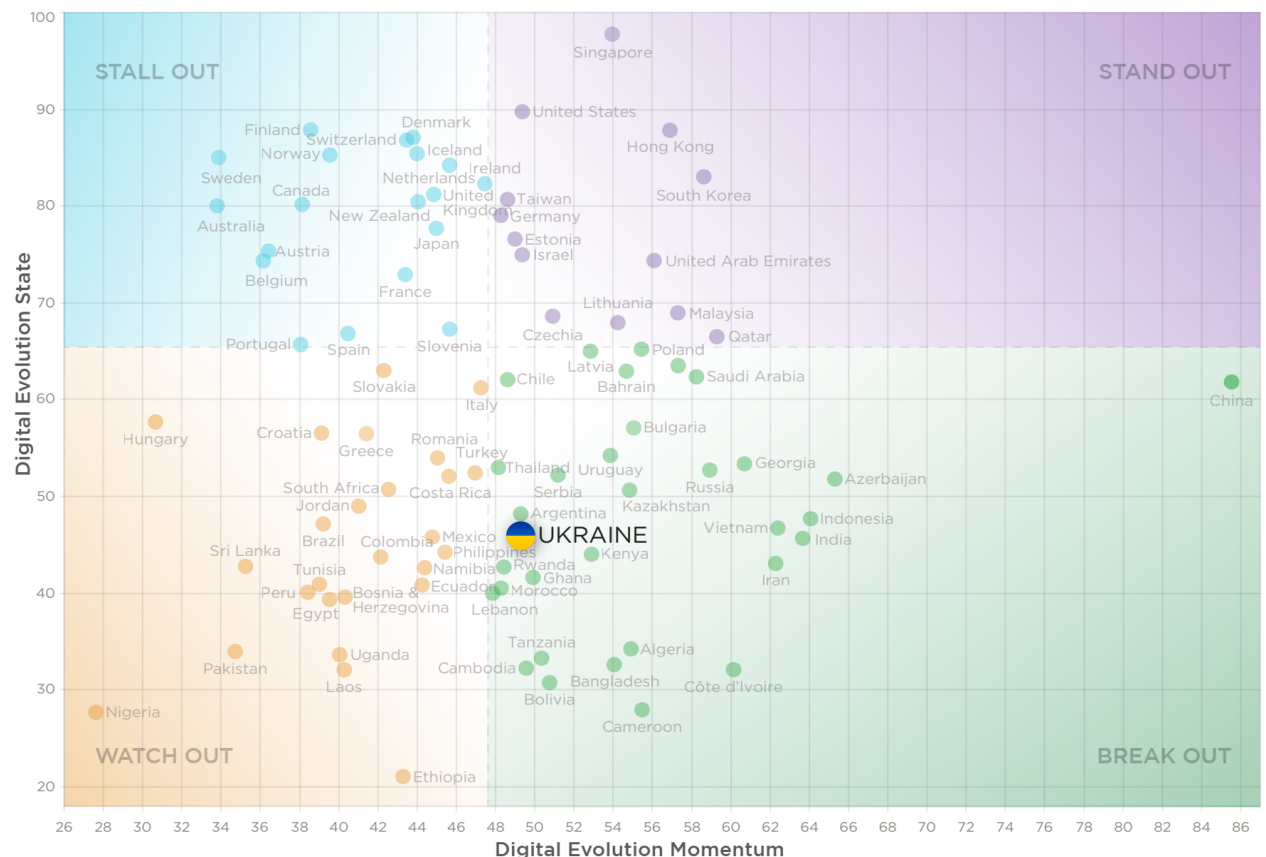


Рис. 1.19. Панель Digital Evolution та місце України на ній у 2008–2019 рр.

Джерело: [54]

Україна за системою показників цифрової еволюції (Digital Evolution) у дослідженні, що ґрунтується на даних за період 2008–2019 рр., за напрямком цифрової зрілості (Digital Evolution: State) отримала 46,03 бала (62-ге місце серед 90 досліджуваних країн) та 49,21 бала (37-ме місце) за напрямком історичної траєкторії зростання (Digital Evolution: Momentum) і увійшла до групи країн, що характеризуються зоною «Проривні економіки» (Break Out).

Індекс легкості ведення бізнесу (Ease of Doing Business, EDB) – був створений провідними економістами Групи Світового банку, після випуску Звіту про світовий розвиток за 2002 рік. Протягом наступних років EDB постійно удосконалювався аж до випуску 2020 р., який став останнім випуском індексу. Звіт був припинений Світовим банком 14 вересня 2021 року після аудиту, який задокументував, як керівництво банку тиснуло на експертів з метою маніпулювання результатами звітів за 2018 і 2020 роки [55].

Індекс EDB був цінним інструментом для оцінки сприятливості ведення бізнесу в різних країнах. Він допомагав інвесторам приймати обґрунтовані рішення про те, де розмістити свій бізнес, а також урядам країн виявляти сфери, в яких вони могли б покращити своє бізнес-середовище.

Рейтинг країни в індексі EDB ґрунтувався в середньому на 10 субіндексах, які оцінювали різні аспекти ведення бізнесу, включаючи: процедури започаткування бізнесу – простота та витрати на реєстрацію нового підприємства; отримання дозволів на будівництво – час і витрати, необхідні для отримання дозволів на будівництво; підключення до електромережі – час та витрати, необхідні для підключення до електромережі; реєстрація власності – простота та вартість реєстрації права власності на нерухомість; отримання кредитів – доступність і вартість кредитів для підприємств; захист прав інвесторів – сила законодавства, що захищає права інвесторів; оподаткування – загальний податковий тягар для підприємств; міжнародна торгівля – простота та вартість експорту та імпорту товарів; виконання контрактів – ефективність судової системи у вирішенні комерційних спорів; вирішення питань платоспроможності – простота та вартість процедур банкрутства.

Країнам присвоювалися бали за кожним із цих показників, які підсумовувалися для отримання загального рейтингу. Країни з вищим рейтингом вважалися більш сприятливими для ведення бізнесу.

Рейтинг країн світу, що були досліджені відповідно до Ease of Doing Business у 2020 р., наведено на рис. 1.20.

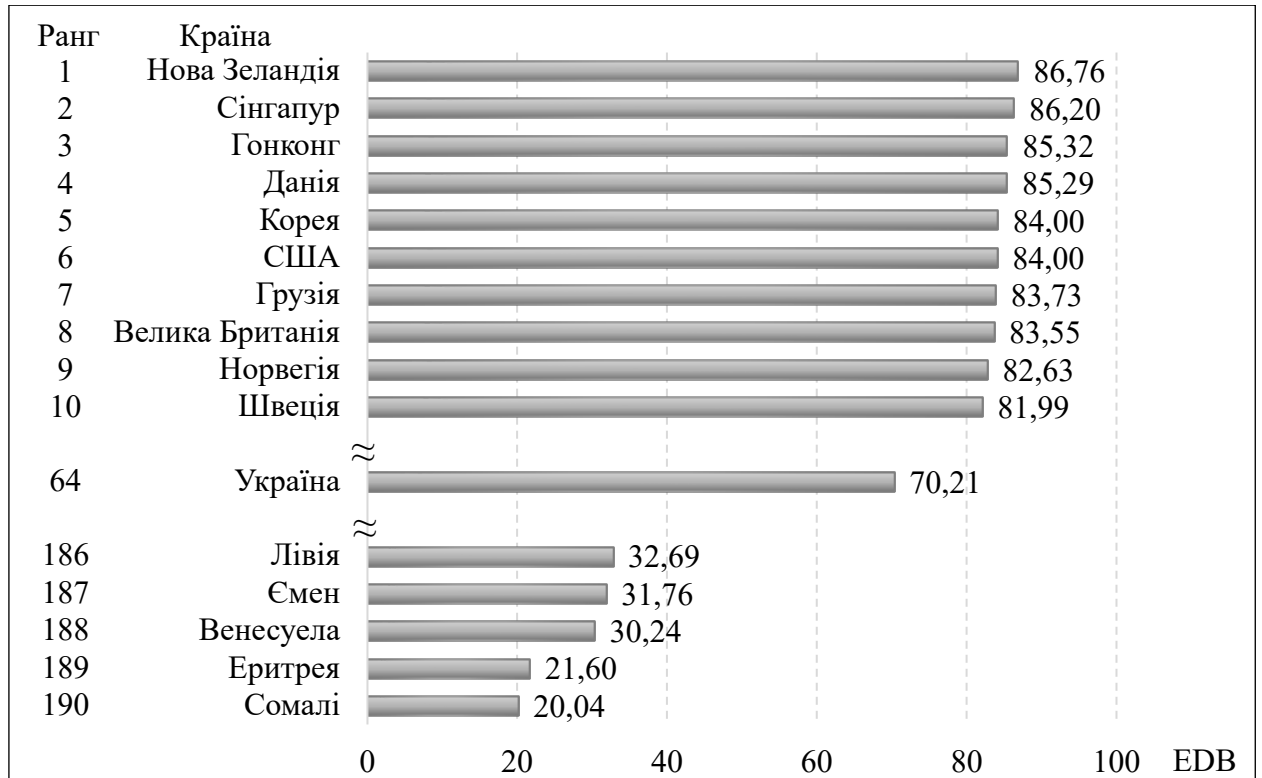


Рис. 1.20. Рейтинг країн світу відповідно до Ease of Doing Business у 2020 р.

Джерело: укладено автором [55]

Як видно з рис. 1.20, до країн-лідерів рейтингу EDB у 2022 р. відносилися: Нова Зеландія, Сінгапур, Гонконг, Данія та Корея. Україна в рейтингу країн за EDB посідала 64-те місце серед 190 досліджуваних країн.

У табл. 1.4 наведено місце України у світових рейтингах, що мають пряме та опосередковане відношення до оцінки рівня цифровізації країн світу.

Як видно з табл. 1.4, рівень цифровізації України є середнім. За більшістю досліджуваних індексів Україна знаходиться в другій половині рейтингових таблиць.

Таблиця 1.4

**Місце України у світових індексах і рейтингах оцінки рівня цифровізації
в країнах світу**

Індекс	Рік дослідження	Кількість досліджуваних країн	Рейтинг України
1	2	3	4
Глобальний інноваційний індекс (GII)	2023	132	55
Індекс прийняття цифровізації (DAI)	2016	180	85
Глобальний індекс конкурентоспроможності (GCI)	2019	141	85
Індекс світової цифрової конкурентоспроможності (WDCI)	2021	64	54
Індекс розвитку ІКТ (IDI)	2023	169	93
Індекс готовності до мережі (NRI)	2023	134	43
Глобальний індекс кібербезпеки (GCI)	2020	182	78
Індекс розвитку електронного урядування (EGDI)	2022	193	46
Індекс онлайн-послуг	2022	193	34
Індекс телекомунікаційної інфраструктури	2022	193	72
Індекс людського капіталу	2022	193	46
Індекс електронної участі	2022	193	57
Глобальний індекс підключення (GCI)	2020	79	52
Індекс мобільного підключення (MCI)	2022	170	74
Напрямок цифрової зрілості (DES)	2020	90	62
Напрямок історичної траєкторії зростання (DEM)	2020	90	37
Індекс легкості ведення бізнесу (EDB)	2020	190	64

Джерело: укладено автором [56]

Найкращі позиції Україна має у таких рейтингах: Індекс готовності до мережі (NRI) – 43-тє місце із 134; Індекс мобільного підключення (MCI) – 52-ге місце із 170; Напрямок історичної траєкторії зростання (DEM) в рамках Індексу цифрової еволюції (Digital Evolution) – 37-ме місце із 90.

Найгірші позиції Україна має за такими рейтингами: Індекс прийняття цифровізації (DAI) – 85-тє місце із 180; Глобальний індекс конкурентоспроможності (GCI) – 85-тє місце з 141. Індекс розвитку ІКТ (IDI) – 93-тє місце з 169. Також слід зазначити, що рівень цифровізації Україні не є однорідним. У деяких сферах, таких як мобільний зв'язок, Україна досягла значного прогресу, в інших, наприклад, в розвитку електронного урядування, є значний потенціал для зростання.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що Україна має

значний потенціал для розвитку цифровізації, для чого першочергово слід розширити доступ до електронних послуг і зробити їх більш зручними для користувачів, збільшити інвестування в освіту та навчання з метою підвищення цифрової грамотності населення, створити сприятливі умови для розвитку нових технологій та їх впровадження в економіку [56].

1.3. Моделювання впливу процесів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України

Як було доведено вище, цифровізація є однією з головних ознак сучасності, що впливає на всі сфери суспільного життя. Цифровізація як тренд розвитку глобальної економіки проявляється в різних країнах по-різному, проте місце кожної з них у світовій спільноті залежить від ступеня впливу цифровізації на національне економічне та соціальне середовище.

Сьогодні інформація є найціннішим ресурсом, тож її ефективне застосування, зберігання та передача є першочерговими завданнями будь-якої компанії. Накопичення великої кількості інформації різного характеру призводить до необхідності оптимізації її обробки, у чому важливу роль відіграють новітні технології [57].

Коментуючи «Економічну стратегію України 2030», розроблену експертами Українського інституту майбутнього, В. Фіщук [58] зазначає: «Якщо ми хочемо зростати швидко, бути конкурентоздатними – маємо зробити ставку на силу та потенціал цифрових технологій. Цифровізація – це економічний феномен та основа для стрибкоподібного розвитку економіки країни. Про це свідчить досвід багатьох країн. Цифрова економіка – більш ефективна, конкурентоздатна, створює більше можливостей для бізнесу, громадян і держави взагалі. Але головне те, що цифрова економіка створює ресурси, а не споживає ресурси (природні насамперед). Таким ресурсом є дані

та їх транзакції – це певною мірою «нафта» цифрової економіки. У виробництві, промисловості, послугах цифровізація створює величезну додану вартість».

Розвинені країни світу приділяють пильну увагу гармонійному розвитку системоутворюючих елементів цифрової економіки та нового інформаційного суспільства, а щорічний обсяг інвестицій у провідних країнах світу в цифровізацію вже налічує близько одного трильйона доларів на рік [1].

Отже, дослідження впливу цифровізації на розвиток економіки є надзвичайно актуальними, оскільки цифрові технології стають центральним елементом розвитку, впливаючи на продуктивність, ефективність і конкурентоспроможність країн на глобальному рівні. З огляду на швидкий розвиток технологій та їх постійне впровадження в усі сфери економіки, розуміння їх впливу є ключовим для формування стратегій економічного зростання.

Проблематиці розвитку впливу процесів цифровізації на економіку та суспільство присвячено роботи багатьох науковців. Значний внесок у дослідження нової моделі економіки створено розробками зарубіжних вчених: Е. Бринолфссона, Дж. Вестермана, Д. Боннет, Мк. А. Афее, Д. Лайона, Н. Негрепонтє, Т. Нібеля, Д. Тапскотта та ін. Також проблематиці розвитку цифрової економіки та трансформаційним процесам, що відбуваються під впливом цифровізації, приділено увагу у роботах: В. Апалькова, Н. Белікової, Д. Бодрової, О. Галушак, І. Губаревої, І. Деєвої, В. Ляшенка, М. Кизима, А. Касич, К. Краус, Н. Краус, Ю. Кіндзерського, О. Решетняк, Н. Трушкіної, В. Прохорової, П. Пуцентейла, М. Руденка, О. Трофименко, В. Хаустової, П. Халіна та ін. [4; 13; 14; 16; 59–67 ін.]. Водночас, враховуючи складність зазначеної проблематики, високу інтенсивність трансформаційних змін, що відбуваються під впливом цифровізації, моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн потребує поглиблення досліджень [68].

Вибір інструментарію дослідження має визначатися виходячи з того, що дослідження подібних складних економічних проблем та систем зумовлені низкою особливостей:

– по-перше, взаємозв’язаністю процесів, що в них відбуваються, та їх багатоаспектністю; через це неможливе вичленення та детальне дослідження окремих явищ – всі явища, що відбуваються всередині економічної системи, повинні розглядатися та досліджуватися в сукупності;

– по друге, відсутністю достатньої кількісної інформації про динаміку процесів, що відбуваються в системі, яка моделюється, що змушує використовувати поряд із кількісною і якісну інформацію при описанні таких процесів;

– по-третє, нестаціонарністю самих процесів, причому характер зміни тих чи інших характеристик процесів часто невідомий, що ускладнює побудову їх кількісних моделей.

Такі проблеми та системи називаються слабкоструктурованими (слабоформалізованими). У них неможливий традиційний математичний (економічний, соціометричний і т. п.) підхід до аналізу процесів для вироблення комплексних рішень. Для моделювання подібних складних слабоформалізованих проблем і систем використовується підхід, який ґрунтується на когнітивних аспектах [69].

Задачі аналізу слабкоструктурованих ситуацій на основі когнітивного підходу можна розділити на два типи: статичні та динамічні. Статичний аналіз, або аналіз впливів – це аналіз ситуації, що досліджується, за допомогою вивчення структури взаємовпливів когнітивної карти. Аналіз впливів виділяє фактори із найбільш сильним впливом на цільові фактори, тобто фактори, значення яких потрібно змінити. Динамічний аналіз лежить в основі генерації можливих сценаріїв розвитку ситуації в часі.

Когнітивний підхід до моделювання слабкоструктурованими системами спрямований на розробку формальних моделей і методів, які підтримують інтелектуальний процес вирішення проблем завдяки врахуванню в цих моделях і методах когнітивних можливостей (сприйняття, представлення, пізнання, розуміння, пояснення) [70; 71].

Прикладна ніша застосування когнітивних карт охоплює складні та

слабкоструктуровані ситуації, в тому числі ситуації, пов'язані з багатосуб'єктністю. Під когнітивною картою ситуації розуміється формалізована модель ситуації, що відображує знання і/або вірування суб'єкта, індивідуального чи колективного, про причинно-наслідкові впливи між значущими факторами ситуації, будь ці впливи законами розвитку ситуації або правилами прийняття рішень суб'єктів, залучених до ситуації [70–72].

Базисні фактори – це фактори, які (1) визначають та обмежують, явища та процеси, які спостерігаються в слабкоструктурованій системі та оточуючого її середовища та (2) інтерпретовані суб'єктом управління як суттєві, ключові параметри, признаки цих явищ і процесів [71; 72].

Когнітивна модель базується на формальному уявленні причинно-наслідкових зв'язків між факторами, що описують слабкоструктуровану систему. Когнітивна модель залежно від вихідних даних може мати різні форми. Зазвичай побудова когнітивної моделі починається з її математично більш простої форми – когнітивної карти у вигляді знакового орієнтованого графа [71; 72]:

$$G = \langle V, E \rangle, \quad (1.1)$$

в якому $V = \{v_i\}$, $i = 1, 2, \dots, k$, – множина вершин (концептів, об'єктів, сутностей) v_i ; $E = \{e_{ij}\}$, $i, j = 1, 2, \dots, k$, – множина відношень між вершинами v_i і v_j , що відображують взаємозв'язок, взаємовплив об'єктів один на одного. Ускладнення моделі у міру накопичення інформації може йти в напрямку додавання ваг вершинам і дугам, завдання функціональних залежностей вершин однієї від одної. Джерелом інформації при розробці когнітивних моделей є теоретичні, експертні, статистичні дані.

До основних етапів когнітивного моделювання включають [14]:

1. Обґрунтування мети і завдань дослідження.
2. Вивчення рівня складності ситуації з позицій поставленої мети: збирання, систематизація, аналіз наявної статистичної та якісної інформації, визначення притаманних досліджуваній ситуації вимог, умов і обмежень.

3. Виділення основних факторів, що впливають на розвиток досліджуваної ситуації.

4. Визначення взаємозв'язку між факторами шляхом розгляду причинно-наслідкових ланцюжків (побудова когнітивної карти у вигляді орієнтованого графа).

5. Вивчення сили взаємовпливу різних факторів. Для цього використовуються як математичні моделі, які описують деякі точно виявлені кількісні залежності між факторами, так і суб'єктивні уявлення експерта щодо формалізації якісних зв'язків між факторами. На етапах 3–5 будується остаточна когнітивна модель досліджуваної ситуації (системи), яка відображається у вигляді функціонального графа.

6. Перевірка адекватності когнітивної моделі реальній ситуації (верифікація когнітивної моделі).

7. Визначення за допомогою когнітивної моделі можливих варіантів розвитку досліджуваної ситуації (системи), виявлення шляхів, механізмів впливу на ситуацію з метою досягнення бажаних результатів, запобігання небажаним наслідкам, тобто вироблення стратегії управління.

Базуючись на узагальненні наробку науковців у сфері когнітивного аналізу та моделювання [69–75 та ін.], пропонується такий методичний підхід до моделювання впливу процесів цифровізації на розвиток економіки країн світу та України на основі когнітивного підходу (рис. 1.21).

На першому етапі, згідно з запропонованим методичним підходом, проводиться збір, систематизація та аналіз інформації щодо рівня цифровізації та розвитку економіки країн світу. В якості показників цифровізації пропонується використовувати Індeksi світових рейтингів оцінки процесів цифровізації [40–46; 48–55].

У дослідженні [76] зазначається, що протягом понад двох десятиліть підтверджується зв'язок між інвестиціями в ІКТ та ключовими показниками, такими як економічне зростання, зайнятість, продуктивність, і соціальними показниками, такими як рівень смертності та рівень доходу.



Рис. 1.21. Методичний підхід до моделювання впливу процесів цифровізації на розвиток економіки країн світу та України

Джерело: авторська розробка

У 2016 році дослідники з Центру європейських економічних досліджень виявили причинно-наслідковий зв'язок між інвестиціями в телекомунікації та зростанням ВВП на душу населення.

Згідно з даними Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU), 10 % збільшення рівня проникнення мобільного широкосмугового зв'язку може призвести до зростання ВВП на душу населення на 0,9–1,5% у всьому світі, з різними рівнями впливу на країни залежно від рівня їхнього економічного розвитку.

Цифрова трансформація як інтеграція цифрових технологій у бізнес призводить до фундаментальних змін у способах ведення бізнесу, спілкування

та розвитку на національному та міжнародному рівнях. Збільшуються державні витрати на високі технології, що пов'язано зі збільшенням потреби у високих технологіях, а також зі збільшенням значення та переваг, які вони приносять розвитку економіки. Цей так званий цифровий або високотехнологічний сектор є одним із стратегічних секторів у провідних економіках світу [77].

Організація економічного співробітництва та розвитку визначає різні категорії продуктів ІКТ: (1) комп'ютери та периферійне обладнання; (2) комунікаційне обладнання; (3) побутове електронне обладнання; (4) різноманітні компоненти та товари ІКТ; (5) послуги з виробництва обладнання ІКТ; (6) програмне забезпечення для бізнесу та послуги з ліцензування; (7) консультації та послуги з інформаційних технологій; (8) телекомунікаційні послуги; (9) послуги лізингу або оренди обладнання ІКТ та (10) інші послуги ІКТ [78].

Таким чином, в якості показників розвитку економіки країн світу, пов'язаних з впливом процесів цифровізації, необхідно використовувати показники, що характеризують ВВП, валову додану вартість, зайнятість, виробництво й торгівлю товарами і послугами ІКТ і комп'ютерних комунікацій. Як статистичну інформаційну базу в роботі було використано «Показники світового розвитку» Світового банку [79].

Згідно з запропонованим методичним підходом на наступному етапі дослідження визначаються базисні фактори впливу цифровізації на економічний розвиток країн світу, що будуть основою для побудови первинної когнітивної карти.

У табл. 1.5 наведено визначені фактори, що характеризують рівень впливу цифровізації на розвиток економіки у 68 країнах світу.

Як видно з табл. 1.5, серед визначених базових факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу 16 є індексами оцінки процесів цифровізації в країнах світу та характеризують розвиток інновацій та ІКТ, телекомунікаційну інфраструктуру, впровадження мобільного Інтернету та

цифрових технологій, рівень кібербезпеки, людський капітал, конкурентоспроможність і легкість ведення бізнесу, розвиток електронного урядування та онлайн-послуг.

Таблиця 1.5

Фактори впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу

Фактори	Умовні позначення
<i>Цифровізації</i>	
Глобальний інноваційний індекс	D1
Індекс прийняття цифровізації	D2
Глобальний індекс конкурентоспроможності	D3
Індекс світової цифрової конкурентоспроможності	D4
Індекс розвитку ІКТ	D5
Індекс готовності до мережі	D6
Глобальний індекс кібербезпеки	D7
Індекс розвитку електронного урядування	D8
Індекс електронної участі	D9
Індекс онлайн-послуг	D10
Індекс людського капіталу	D11
Індекс телекомунікаційної інфраструктури	D12
Індекс цифрового інтелекту	D13
Глобальний індекс підключення	D14
Індекс мобільного підключення	D15
Оцінка легкості ведення бізнесу	D16
<i>Економічні</i>	
ВВП на душу населення	E1
Додана вартість середньо- та високотехнологічного виробництва	E2
Зайнятість у сфері послуг	E3
Експорт товарів ІКТ	E4
Імпорт товарів ІКТ	E5
Експорт послуг ІКТ	E6
Додана вартість послуг	E7
Експорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг	E8
Імпорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг	E9
Торгівля послугами	E10

Джерело: авторська розробка

До факторів розвитку економіки країн світу віднесено 10, що характеризують ВВП на душу населення, додану вартість у середньо- та високотехнологічному виробництві та торгівлі, зайнятість сфері послуг, торгівлю товарами та послугами ІКТ, надання комп'ютерних комунікаційних та інших послуг.

Побудова когнітивної карти та її параметризація є найважливішими та найскладнішими етапами та потребують оптимізації, вона ускладнюється за наявності великої кількості вхідних даних (концептів), а отже, і більшої кількості зв'язків між ними [72]. На практиці найчастіше у вхідних даних з'являються схожі за якимись ознаками й утворюються зв'язки, що слабо відрізняються один від одного й слабо впливають на поведінку когнітивної карти окремо. Саме для такого типу вхідних даних використовуються методи оптимізації розмірності даних.

Необхідність класифікації вхідних даних за певними ознаками обумовлена тим, що така процедура зменшує внутрішню розмірність множини даних, що суттєво полегшує побудову когнітивної карти для заданої системи. Одним із відомих напрямів зменшення внутрішньої розмірності даних є кластеризація даних.

Кластерний аналіз дозволяє розбивати безліч даних на скінченне число однорідних груп, що допомагає ідентифікувати групи подібних концептів і полегшує подальший аналіз, спрощує розуміння загальної структури системи та зв'язків між її елементами, а також дає можливість виявлення латентних зв'язків і патернів, що сприяє розширеному розумінню досліджуваної системи.

Методом кластерного аналізу, що найбільш підходить для вирішення такого роду задач, є ієрархічні агломеративні методи. Сутність цих методів у тому, що у першому кроці кожен об'єкт сприймається як окремий кластер. Процес об'єднання кластерів відбувається послідовно: на підставі матриці відстаней або матриці подібності об'єднуються найближчі об'єкти.

У кластерному аналізі кожен об'єкт описується k ознаками, тобто він може бути представлений як точка в k -мірному просторі. Подібність до інших об'єктів буде визначатися як відповідна відстань. У кластерному аналізі використовують різні відстань між об'єктами, але в цьому випадку пропонується використовувати відстань City-block (Manhattan). На відміну від евклідової відстані, яка часто використовується при кластеризації, відстань

City-block зменшує вплив окремих великих різниць (викидів), оскільки вони не підносяться до квадрата.

$$d_M(x_i, x_j) = \sum |x_{il} - x_{jl}|, \quad (1.2)$$

де: x_i, x_j – координати i -го і j -го об'єктів в k -мірному просторі; x_{il}, x_{jl} – величина l -ї компоненти (фактору) у i -го (j -го) об'єкта.

Розраховуючи відстані між точками за формулою (2), будується матриця відстаней:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix}, \quad (1.3)$$

де P_{11} – відстань між i -м і j -м об'єктами [69].

Процес об'єднання кластерів відбувається послідовно: виходячи з матриці відстаней об'єднуються найближчі об'єкти одним із методів ієрархічного кластерного аналізу.

У роботі пропонується використовувати Ward's method (метод Уорда) ієрархічного кластерного аналізу. В цьому методі як цільову функцію застосовують внутрішньогрупову суму квадратів відхилень, яка є сумою квадратів відстаней між кожною точкою (об'єктом) й середньою по кластеру, що містить цей об'єкт. На кожному кроці об'єднуються такі два кластера, які призводять до мінімального збільшення цільової функції, тобто внутрішньогрупової суми квадратів відхилень. Цей метод спрямований на об'єднання кластерів, що близько розташовані. Помічено, що Ward's method (метод Уорда) призводить до утворення кластерів приблизно рівних розмірів, що мають форму гіперсфер [80; 81].

У загальному вигляді алгоритм ієрархічного кластерного аналізу можна подати у вигляді послідовності процедур:

1. Значення вихідних змінних нормуються.
2. Розраховується матриця відстаней чи матриця мір близькості.
3. Знаходиться пара найближчих кластерів. За вибраним алгоритмом ці два кластери об'єднуються. Новому кластеру присвоюється менший із номерів

кластерів, що об'єднуються.

4. Пункти 2, 3 і 4 повторюються доти, доки всі об'єкти не будуть об'єднані в один кластер або до досягнення заданого «порога» близькості.

В результаті отримуємо кластери, елементи яких схожі за певними ознаками, такий розподіл є вагомим підґрунтям при побудові когнітивної карти.

На рис. 1.22 наведено дендрограму класифікації факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України, яка побудована на основі розрахунку відстані City-block та групуванням факторів методом Уорда.

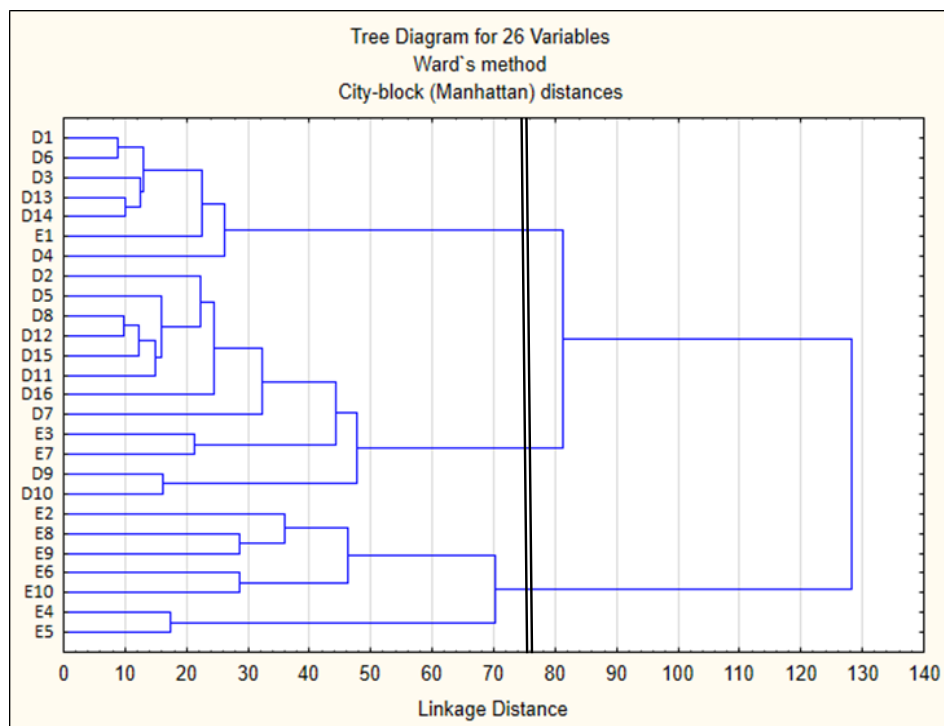


Рис. 1.22. Дендрограма класифікації факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України

Джерело: авторська розробка

Як видно з рис. 1.22, всі фактори впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України були об'єднані в один кластер на відстані $d_M \approx 128$, а на відстані $70 < d_M < 81$ чітко просліджуються існування трьох великих кластерів, у яких залежно від відстаней об'єднання можна виділити кластери нижчого рівня.

Так, виходячи з порядку об'єднання (відстані) факторів в кластерах (рис. 1.22) нижчого рівня в кластери вищого рівня можна зробити висновок, що фактори (Зайнятість у сфері послуг (E3), Додана вартість послуг (E7), Індекс електронної участі (D9), Індекс онлайнових послуг (D10)) є більш віддаленими від центру кластера вищого рівня, до якого їх віднесено, тому доцільно виділити ці фактори в окремий кластер.

Дослідимо більш детально фактори впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України, що потрапили до визначених кластерів.

У табл. 1.6 наведено групування факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України за визначеними кластерами.

Таблиця 1.6

Кластеризація факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу й України

Фактори	Умовні позначення
1	2
<i>1-й кластер</i>	
Глобальний інноваційний індекс	D1
Індекс готовності до мережі	D6
Глобальний індекс конкурентоспроможності	D3
Індекс цифрового інтелекту	D13
Глобальний індекс підключення	D14
ВВП на душу населення	E1
Індекс світової цифрової конкурентоспроможності	D4
<i>2-й кластер</i>	
Індекс прийняття цифровізації	D2
Індекс розвитку ІКТ	D5
Індекс розвитку електронного урядування	D8
Індекс телекомунікаційної інфраструктури	D12
Індекс мобільного підключення	D15
Індекс людського капіталу	D11
Оцінка легкості ведення бізнесу	D16
Глобальний індекс кібербезпеки	D7
<i>3-й кластер</i>	
Зайнятість у сфері послуг	E3
Додана вартість послуг	E7
Індекс електронної участі	D9
Індекс онлайнових послуг	D10
<i>4-й кластер</i>	
Додана вартість середньо- та високотехнологічного виробництва	E2

1	2
Експорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг	E8
Імпорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг	E9
Експорт послуг ІКТ	E6
Торгівля послугами	E10
Експорт товарів ІКТ	E4
Імпорт товарів ІКТ	E5

Джерело: авторська розробка [56; 68]

З табл. 1.6 видно, що до першого кластера увійшло сім факторів, шість із яких характеризують такі аспекти цифровізації країн світу й України, як рівень розвитку інновації та цифрових технологій, вплив ІКТ на національну економіку, економічну та цифрову конкурентоспроможність, а сьомий фактор відноситься до групи економічних – ВВП на душу населення. Фактори цього кластера в контексті впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України можна охарактеризувати як «Потенціал цифровізації».

До другого кластера увійшло вісім факторів, які характеризують такі аспекти сфери цифровізації країн світу та України, як ефективність впровадження цифрових технологій в економіці, серед населення, в урядових установах та бізнесі, ефективність ІКТ, впровадження мобільного Інтернету та рівень кібербезпеки. Фактори цього кластера в контексті впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України можна охарактеризувати як «Ефективність впровадження цифровізації».

До третього кластера увійшло чотири фактори, два з них характеризують такі аспекти цифровізації країн світу й України, як отримання електронної інформації та консультацій, отримання документів, сплата податків і реєстрація бізнесу в електронному вигляді, а два фактори характеризують економічну сферу – рівень доданої вартості та зайнятості у сфері послуг. Фактори цього кластера в контексті впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України можна охарактеризувати як «Реалізація цифровізації».

До четвертого кластера увійшло сім факторів, які характеризують такі

аспекти сфери впровадження цифрових технологій в економіці, як додана вартість середньо- та високотехнологічного виробництва, торгівлю послугами, зокрема комп'ютерно-комунікаційними, та торгівлю інформаційно-комунікаційними технологіями. Фактори цього кластера в контексті впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України можна охарактеризувати як «Виробництво і сфера послуг, пов'язаних з цифровізацією».

На наступному етапі дослідження було розраховано коефіцієнти парної кореляції між досліджуваними факторами впливу цифровізації на розвиток економі країн світу та України.

Аналіз коефіцієнтів парної кореляції показав значущий рівень і велику кількість зв'язків між факторами в середині першого, другого та третього кластерів, в середині четвертого кластера значущий рівень зв'язків був між деякими факторами. Також значущий рівень і велика кількість зв'язків простежувалися між факторами першого, другого та третього кластерів, четвертий кластер мав декілька факторів із значущим рівнем зв'язків з іншими кластерами.

Для виявлення «скритих» зв'язків між факторами впливу цифровізації на розвиток економіки в роботі пропонується проведення канонічного аналізу між факторами четвертого та трьох інших визначених кластерів.

Канонічний аналіз є узагальненням множинної кореляції як міри зв'язку між однією випадковою величиною і множиною інших випадкових величин [80; 81]. Множинна кореляція є максимальною кореляцією між однією випадковою величиною і лінійною функцією інших випадкових величин. Ця концепція була узагальнена на випадок зв'язку між множинами випадкових величин. Канонічний аналіз застосовується у випадку, якщо є дві великі множини величин і необхідно визначити взаємозв'язок між ними. При цьому достатньо обмежитися розглядом невеликого числа найбільш корельованих лінійних комбінацій із кожної множини.

Таким чином, якщо є дві множини, що містять p і q змінних відповідно, досліджується залежність між зваженими сумами змінних із кожної множини

(тобто між лінійними комбінаціями p і q змінних відповідно).

$$a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_p y_p = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p, \quad (1.4)$$

де під знаком « $\Rightarrow$ » мається на увазі наявність стохастичного взаємозв'язку між лінійними комбінаціями змінних обох множин.

За термінологією аналізу канонічної кореляції зважені суми визначають канонічний корінь або канонічну змінну. Ці канонічні змінні (зважені суми) можна розглядати як визначення деяких «прихованих» змінних, що лежать в основі явищ, що спостерігаються. При цьому канонічний аналіз практично завжди призводить до обчислення більш ніж однієї пари зважених сум. Число канонічних коренів дорівнює кількості змінних у меншій множині.

При обчисленні більш ніж одного кореня кожна наступна пара канонічних змінних пояснює свою унікальну частку мінливості цих двох наборів змінних. При цьому пари канонічних змінних, що послідовно розраховуються, не корельовані одна з одною і пояснюють меншу й меншу частку мінливості.

Для обчислення канонічних коренів використовується загальна кореляційна матриця [36; 37], яка формується із підматриць R_{pp} , R_{pq} , R_{qq} , R_{qp} :

$$R = \begin{pmatrix} R_{pp} & R_{pq} \\ R_{qp} & R_{qq} \end{pmatrix}, \quad (1.5)$$

де R_{pp} – матриця кореляцій між змінними 1-ї групи; $R_{pq} = R_{qp}^T$ – матриця кореляцій між змінними 1-ї та 2-ї груп; R_{qq} – матриця кореляцій між змінними 2-ї групи.

Як функція від загальної кореляційної матриці будується матриця B розмірності pq :

$$B = R_{pp}^{-1} \cdot R_{pq} \cdot R_{qq}^{-1} \cdot R_{qp}. \quad (1.6)$$

При проведенні аналізу розраховується стільки власних значень матриці B , скільки є канонічних коренів, тобто стільки, скільки змінних містить найменша множина. Квадратні корені із отриманих власних значень можна проінтерпретувати як коефіцієнти кореляції. Оскільки вони відносяться до канонічних змінних, їх також називають канонічними кореляціями.

Визначені значущі канонічні корні інтерпретуються в розрізі розрахованих канонічних ваг, зіставлених кожній множині змінних. При проведенні аналізу враховується, що чим більша приписана вага (абсолютне значення ваги), тим більший внесок відповідної змінної в значення канонічної змінної. Таким чином, дослідження канонічних ваг дозволяє зрозуміти «значення» кожного канонічного кореня, тобто побачити, як конкретні змінні у кожній множині впливають на зважену суму (тобто канонічну змінну).

З розрахунків канонічних кореляцій між факторами 4-го кластера та трьома іншими визначеними кластерами було виявлено, що канонічна кореляція між факторами 1-го та 4-го кластерів становить 0,8717, статистичну значущість підтверджують високе значення статистики $\chi^2 = 130,1$ та рівень значущості $p < 0,001$. За значеннями канонічних ваг найбільший вклад у значення канонічної змінної робили такі фактори 1-го кластера, як «Індекс готовності до мережі», «Індекс світової цифрової конкурентоспроможності» та «ВВП на душу населення», а 4-го кластера – «Додана вартість середньо- та високотехнологічного виробництва», «Експорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг» та «Імпорт товарів ІКТ».

Канонічна кореляція між факторами 2-го та 4-го кластерів становила 0,7715, статистичну значущість підтверджує високе значення статистики $\chi^2 = 90,6$ та рівень значущості $p < 0,05$. За значеннями канонічних ваг найбільш вагомий внесок у значення канонічної змінної робили такі фактори 2-го кластера, як «Індекс мобільного підключення», «Індекс прийняття цифровізації» та «Індекс телекомунікаційної інфраструктури», а 4-го кластера – «Додана вартість середньо- та високотехнологічного виробництва», «Експорт послуг ІКТ» та «Імпорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг».

Канонічна кореляція між факторами 3-го та 4-го кластерів склала 0,6066, статистичну значущість підтверджує досить високе значення статистики $\chi^2 = 42,9$ та рівень значущості $p < 0,05$. За значеннями канонічних ваг найбільш вагомий внесок у значення канонічної змінної робили такі фактори 3-го кластера, як «Послуги додана вартість», «Зайнятість у сфері послуг» та «Індекс

електронної участі», а 4-го кластера – «Експорт комп'ютерних комунікаційних та інших послуг», «Експорт послуг ІКТ» та «Імпорт товарів ІКТ».

Таким чином, відповідно до проведених розрахунків коефіцієнтів парної та канонічної кореляції було визначено характер зв'язків між сформованою системою факторів, що характеризують «Потенціал цифровізації», «Ефективність впровадження цифровізації», «Реалізацію цифровізації» та «Виробництво і сферу послуг пов'язаних з цифровізацією», на основі чого з використанням формальної когнітивної карти було побудовано когнітивну модель впливу факторів цифровізації на розвиток економіки країн світу та України (рис. 1.23).

Побудована когнітивна модель дає змогу наглядно дослідити вплив факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу та України. Як видно з рис. 1.23, серед факторів, що характеризують «Потенціал цифровізації», існує суттєвий зв'язок, зокрема контур факторів «Глобальний інноваційний індекс» (0,9601) → «Індекс готовності до мережі» (0,9603) → «Глобальний індекс підключення» (0,8663) → «ВВП на душу населення» (0,7733) → «Глобальний інноваційний індекс». Суттєві зв'язки між цими факторами вказують на те, що високий рівень інновацій в країні сприяє розвитку цифрової інфраструктури та покращує готовність до впровадження нових технологій. Своєю чергою, широкий доступ до Інтернету стимулює економічний розвиток за рахунок створення нових робочих місць, розвитку нових галузей та підвищення продуктивності, що призводить до зростання ВВП, а це дозволяє більше інвестувати в цифрову інфраструктуру та технології, що призводить до зростання потенціалу цифровізації в країні.

Таким чином, складаються передумови «Ефективності впровадження цифровізації», які відстежуються через ланцюжок факторів «Індекс світової цифрової конкурентоспроможності» (0,9095) → «Глобальний індекс конкурентоспроможності» (0,8074) → «ВВП на душу населення» (0,7733) → «Глобальний інноваційний індекс» (0,6250) → «Індекс розвитку ІКТ» (0,6347) → «Індекс людського капіталу» (0,6241) → «Глобальний індекс конкуренто-

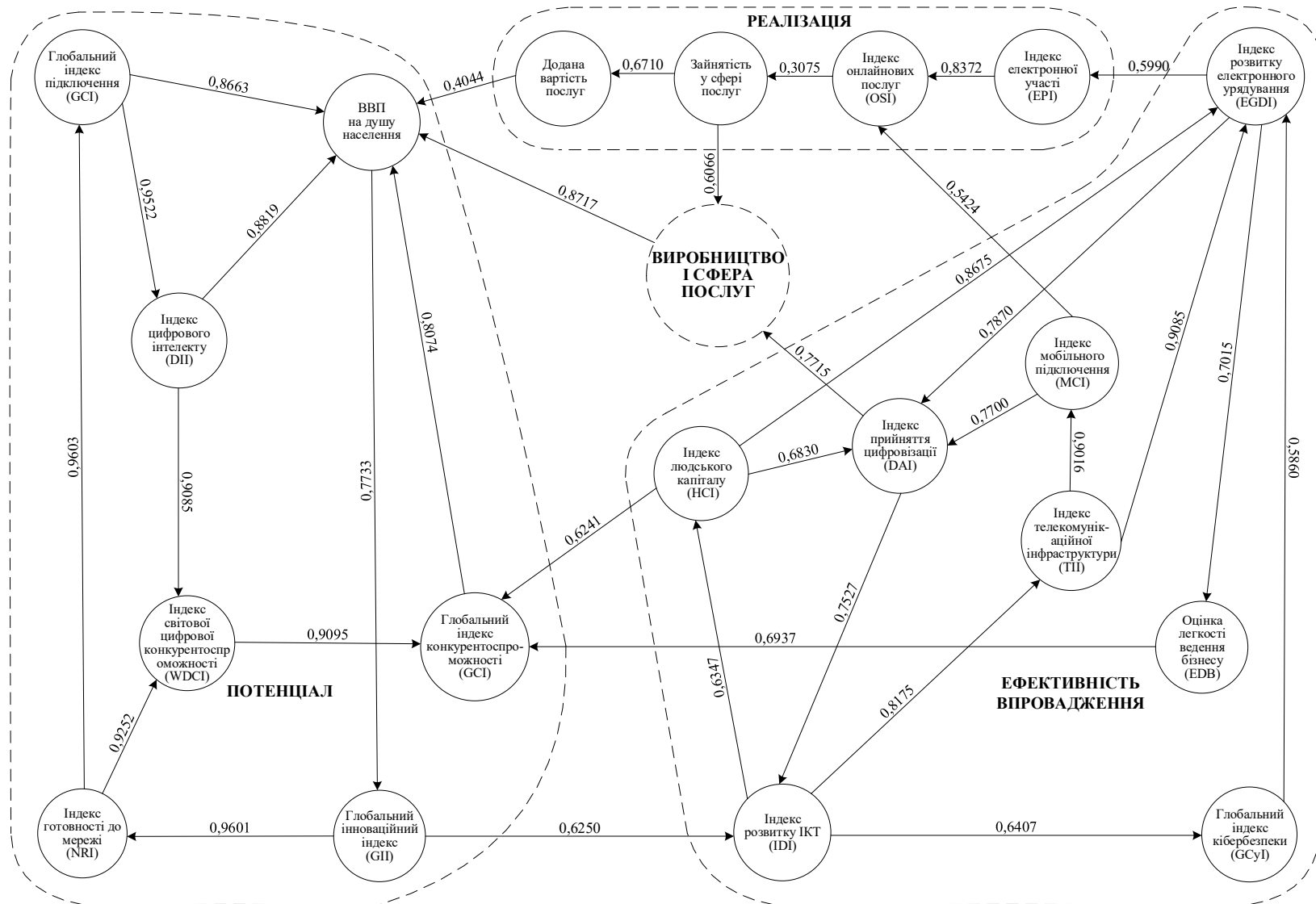


Рис. 1.23. Когнітивна модель впливу факторів цифровізації на економічний розвиток кран світу й України.

Джерело: авторська розробка [56]

спроможності». Тобто підвищення цифрової та загальної конкурентоспроможності сприяє економічному зростанню і розвитку цифрових інновацій, що підвищує розвиток сектора ІКТ і сприяє покращенню освітніх і навчальних програм, підвищує загальний рівень освіти та кваліфікації населення, що призводить до зростання загального рівня конкурентоспроможності країн світу й України.

Фактори, що характеризують «Ефективність впровадження цифровізації», також мають суттєвий зв'язок між собою, зокрема контур факторів «Індекс телекомунікаційної інфраструктури» (0,9085) → «Індекс розвитку електронного урядування» (0,7870) → «Індекс прийняття цифровізації» (0,7527) → «Індекс розвитку ІКТ». Таким чином, розвинена телекомунікаційна інфраструктура забезпечує надійну основу для покращення мобільного підключення, сприяє поширенню і доступності мобільних технологій, впровадженню електронного урядування, полегшуючи доступ громадян та бізнесу до цифрових державних послуг, що сприяє широкому прийняттю цифрових технологій серед населення та бізнесу, стимулюючи загальний розвиток ІКТ, оскільки зростає попит на інформаційно-комунікаційні послуги й інфраструктуру.

Через широке впровадження цифрових технологій населенням і бізнесом відбувається зростання «Реалізації цифровізації» в економіці, це показують високі зв'язки між факторами «Індекс розвитку електронного урядування» (0,5990) → «Індекс електронної участі» та «Індекс мобільного підключення» (0,5424) → «Зайнятість у сфері послуг». Таким чином, високий рівень мобільного підключення та розвиток електронного урядування є ключовими факторами, що стимулюють зростання доступності та якості цифрових послуг для населення й бізнесу, а також їх активну участь у цифрових процесах.

Процеси «Реалізація цифровізації» стимулюють зростання попиту на робочу силу у секторі послуг, що пов'язані з цифровими технологіями, а зростання доданої вартості середньо- та високотехнологічного виробництва й

сектора послуг є наслідком підвищення продуктивності та якості послуг через цифрову трансформацію, що загалом сприяє економічному розвитку країни.

Таким чином, виходячи з проведеного аналізу ефективна стратегія управління процесами цифровізації для підвищення розвитку економіки країни повинна включати розвиток інноваційного потенціалу через підтримку досліджень та інноваційних стартапів, розширення цифрової інфраструктури, особливо у сфері телекомунікацій та мобільного підключення, підвищення готовності до впровадження нових технологій через освітні програми та підготовку кваліфікованих кадрів, а також розвиток електронного урядування для забезпечення широкого доступу до цифрових державних послуг. Стимулювання економічного зростання через підтримку цифрових бізнес процесів, підвищення конкурентоспроможності за рахунок розвитку ІКТ-сектора, забезпечення активної участі населення у цифрових процесах через просвітницькі кампанії та підтримку цифрової участі, а також моніторинг та оцінку ефективності цифровізації для постійного вдосконалення стратегії сприятимуть більш глибокому впровадженню цифровізації в економіці. Такі заходи сприятимуть підвищенню продуктивності та зростанню доданої вартості у виробництві та сфері послуг, що призведе до зростання ВВП, забезпечуючи стаке економічне зростання і якість життя населення країни [56].

Висновки до розділу 1

Згідно з проведеним дослідженням у розділі одержано такі наукові результати теоретичного та прикладного характеру:

1. Визначено доцільність розглядати сутність поняття «цифрова економіка» в тлумаченні, запропонованому Групою двадцятки на Всесвітньому економічному форумі, як «різноманітну економічну діяльність,

що використовує цифрові знання та інформацію як критичні фактори виробництва, інформаційні та комунікаційні технології, а також сучасні інформаційні мережі як віртуальний простір діяльності для сприяння зростанню продуктивності».

2. Узагальнено ключові характеристики концепції цифрової економіки, ключові цифрові інструменти та цифрові технології, на яких вона базується, визначено ключові технології майбутнього.

3. Визначено, що цифрова економіка зростає в багато разів швидшими темпами, ніж традиційна економіка. Сектор ІКТ становить майже 5% економіки ЄС і чверть всіх її бізнес-витрат, а на інвестиції в ІКТ припадає половина всього зростання продуктивності в Європі.

4. Доведено, що стрімке поширення процесів цифровізації в усіх сферах є тією тенденцією, що визначатиме подальші напрями й особливості розвитку економіки, та що цифровізація відбувається нерівномірно в різних країнах, що є і причиною, і наслідком нерівномірності їх економічного розвитку. На основі узагальнення сучасних досліджень у сфері цифровізації визначено переваги, а також загрози та ризики, що вона несе (економічного, соціального, технологічного, політичного характеру). Доведено, що необхідним є виважений підхід до впровадження цифрових технологій в усіх сферах суспільного життя.

5. Виявлено, що з метою оцінки цифровізації та впливу ІКТ на економічний розвиток країн світу розроблено значну кількість різного роду світових індексів і рейтингів. Аналіз позицій країн світу й України в них показав, що рівень цифровізації економіки України є середнім. Найкращі позиції Україна має у таких рейтингах: Індекс готовності до мережі (NRI) – 43-тє місце із 134; Індекс мобільного підключення (MCI) – 52-ге місце із 170; Напрямок історичної траєкторії зростання (DEM) в рамках Індексу цифрової еволюції (Digital Evolution) – 37-ме місце із 90. Найгірші позиції України за рейтингами: Індекс прийняття цифровізації (DAI) – 85-тє місце із 180; Глобальний індекс конкурентоспроможності (GCI) – 85-тє місце з 141. Індекс

розвитку ІКТ (IDI) – 93-тє місце з 169. Також визначено, що рівень цифровізації України не є однорідним (у деяких сферах, таких як мобільний зв'язок, Україна досягла значного прогресу, в інших, наприклад, в розвитку електронного урядування, має значний потенціал для зростання).

Згідно з отриманими результатами обґрунтовано, що Україна має значний потенціал для розвитку цифровізації, для чого першочергово слід розширити доступ до електронних послуг і зробити їх більш зручними для користувачів, збільшити інвестування в освіту та навчання з метою підвищення цифрової грамотності населення, створити сприятливі умови для розвитку нових технологій та їх впровадження в економіку та діяльність суб'єктів господарювання.

6. Розроблено методичний підхід до моделювання впливу процесів цифровізації на розвиток економік країн світу на основі кластерного аналізу та когнітивного моделювання, що дозволив довести суттєву роль процесів цифровізації в економічному зростанні країн світу та України, а також визначити фактори, що впливають на нього найбільшою мірою, кластеризувати їх та дослідити.

7. Кластеризація факторів впливу цифровізації на розвиток економіки країн світу та України дозволила виділити чотири їх групи (кластери). До першого кластера увійшло сім факторів, які загалом відображують «Потенціал цифровізації». До другого кластера віднесено вісім факторів, що характеризують «Ефективність впровадження цифровізації». До третього кластера – чотири фактори, що характеризують «Реалізацію цифровізації». І до четвертого кластера увійшло сім факторів, що характеризують «Виробництво і сферу послуг, пов'язаних з цифровізацією».

8. Побудована на базі запропонованого методичного підходу когнітивна модель дозволила проаналізувати вплив факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу й України та характер взаємозв'язків між ними. На основі проведеного аналізу доведено, що ефективна стратегія управління процесами цифровізації для прискорення економічного розвитку країни має включати

розвиток інноваційного потенціалу та розвиток електронного урядування. Стимулювання економічного зростання через підтримку цифрових бізнес-процесів, підвищення конкурентоспроможності за рахунок розвитку ІКТ-сектора, забезпечення активної участі населення у цифрових процесах і підтримку цифрової участі, а також моніторинг та оцінку ефективності цифровізації для постійного вдосконалення стратегії сприятимуть більш глибокому впровадженню цифровізації в економіці. Такі заходи сприятимуть підвищенню продуктивності та зростанню доданої вартості у виробництві та сфері послуг, що призведе до зростання ВВП, забезпечуючи стаке економічне зростання і якість життя населення країни.

Основні наукові результати розділу опубліковані у публікаціях автора [1; 4; 15; 30; 56; 68].

Перелік використаних джерел до розділу 1

1. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифровізація: здобутки та загрози для суспільства. *InterConf*. 2021. No. 51. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/11577>
2. Szeles M. R., Simionescu M. Regional patterns and drivers of the EU digital economy. *Social Indicators Research*. 2020. Vol. 150 (1). С. 95–119.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02287-x>
3. World investment report 2017. Investment and the digital economy / United Nations Publication. URL: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2017_en.pdf
4. Khaustova V., Ilyash O., Smoliar L., Bondarenko D. Digitalization and Its Impact on the Development of Society // Applications of Synthetic High

Dimensional Data / M. Sobczak-Michalowska, S. Borah, Z. Polkowski, S. Mishra (Eds.). IGI Global, 2024. P. 54–76.

DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1886-7.ch004>

5. Tapscott D. The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence, New York : McGraw-Hill, 1997.

6. The EAEU 2025 digital agenda : prospects and recommendations - overview report. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/850581522435806724/the-eaeu-2025digital-agenda-prospects-and-recommendations-overview-report>

7. OECD. URL: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/>

8. Li K., Kim D. J., Lang K. R., Kauffman R. J., Naldi M. How should we understand the digital economy in Asia? Critical assessment and research agenda. *Electronic Commerce Research and Applications*. 2020. No. 44. 101004.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.101004>

9. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : Розпорядження КМУ від 17.01.2018 № 67-р URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67\\$2018\\$%D1%80](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67$2018$%D1%80)

10. Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти. Центр Разумкова. Київ : Вид-во “Заповіт”, 2020, 274 с. URL: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf

11. Голобородько А. Ю. Цифрова економіка: підходи та особливості розвитку. *Бізнес Інформ*. 2022. № 9. С. 10–18.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-9-10-18>

12. Веретюк С. М., Пілінський В. В. Визначення пріоритетних напрямків розвитку цифрової економіки в Україні. *Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку*. 2016. № 2. С. 51–58.

13. Краус Н. М., Голобородько О. П., Краус К. М. Цифрова економіка: тренди та перспективи авангардного характеру розвитку. *Ефективна економіка*. 2018. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6047>

14. Кіндзерський Ю. В. Генеза і особливості цифрової економіки у контексті перспектив її становлення в Україні. *Економіка і держава*. 2022. № 8. С. 10–14.

DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.8.10>

15. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифрові технології майбутнього в розвитку суспільства // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (листопад 2020 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 338–347.

16. Пуцентейло П. Р., Гуменюк О. О. Цифрова економіка як новітній вектор реконструкції традиційної економіки. *Інноваційна економіка*. 2018. № 5-6. С. 131–143.

17. Хаустова В. Є., Крамарев Г. В. Концепція «Індустрія 4.0» та її місце в інноваційно-технологічному розвитку економіки // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (листопад 2020 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 328–337.

18. Teubner R. A., Stockhinger J. Literature review: understanding information systems strategy in the digital era. *J Strat Inform Syst*. 2020. No. 29. 101642.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2020.101642>

19. Legner C., Eymann T., Hess T., Matt C., Böhm T., Drews P., Mädche A., Urbach N., Ahlemann F. Digitalization: opportunity and challenge for the business and information systems engineering community. *Business & Information Systems Engineering*. 2017. Vol. 59. P. 301–308.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0484-2>

20. Aström J., Reim W., Parida V. Value creation and value capture for AI business model innovation: a three-phase process framework. *Rev Manag Sci*. 2022. No. 16. P. 2111–2133.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00521-z>

21. Oberzaucher B. Digitalization as a Megatrend. URL: <https://www.andritz.com/spectrum-en/latest-issues/issue-39/digitalization-as-a-megatrend>
22. Хаустова В. Є., Решетняк О. І., Хаустов М. М. Перспективні напрямки розвитку ІТ-сфери в світі. *Проблеми економіки*. 2022. № 1. С. 3–19. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-1-3-19>
23. Хаустова В. Є., Решетняк О. І., Хаустов М. М., Зінченко В. А. Напрямки розвитку технологій штучного інтелекту в забезпеченні обороноздатності країни. *Бізнес Інформ*. 2022. № 3. С. 17–26. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-3-17-26>
24. IDC. URL: <https://www.idc.com/>
25. ІТ-індустрія: тренди та прогнози розвитку / Інформаційна довідка. Європейський інформаційно-дослідницький центр. USAID, 2018. 12 с. URL: <http://euinfocenter.rada.gov.ua/uploads/documents/29337.pdf>
26. Gomes S., Lopes João M., Ferreira L. The impact of the digital economy on economic growth: The case of OECD countries. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*. 2022. Vol. 23, no. 6. P. 1–31. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-6971/eRAMD220029.en>
27. Esther Calderon-Monge, Domingo Ribeiro-Soriano. The role of digitalization in business and management: a systematic literature review. *Review of Managerial Science*. Springer. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00647-8>
28. Доповідь про цифрову економіку – 2019. Створення вартості та отримання вигод: наслідки для країн, що розвиваються / Конференція ООН. ЮНКТАД. Женева, 2019. 31 с.
29. Key Issues for Digital Transformation in the G20. Report Prepared for a Joint G20 German Presidency / OECD, 12 January 2017. URL: <https://www.oecd.org/g20/key-issues-for-digital-transformation-in-the-g20.pdf>
30. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Оцінки цифровізації та впливу інформаційно-комунікаційних технологій на економічний розвиток країн //

Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19 листоп. 2021 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021, С. 416–431.

31. Mutula S. M. Digital Economy Components // Digital Economies: SMEs and E-Readiness, University of Botswana, Botswana, 2010.

DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-420-0.ch003>

32. Білик О. І. Вплив цифрової економіки на зменшення негативних наслідків соціального ризику. *Проблеми економіки та управління*. 2019. № 4. С. 8–16.

DOI: <https://doi.org/10.23939/semi2019.04.008>

33. Бодрова Д. В. Інституціональні аспекти розвитку цифрової економіки в Україні. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія : Економіка і управління*. 2019. № 5. Т. 30 (69). С. 163–169.

DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-5-57>

34. Negroponte N. Being Digital. NY : Knopf, 1995. 256 p.

35. Cirillo V., Fanti L., Mina A., Ricci A. Digital technologies and firm performance: Industry 4.0 in the Italian economy. *Roma, Inapp, WP*, 2021. 61. URL: <https://oa.inapp.org/xmlui/handle/20.500.12916/862>

36. Матвейчук Л. О. Цифрова економіка: теоретичні аспекти. *Вісник Запорізького національного університету*. 2018. № 4 (40). С. 116–127.

DOI: <https://doi.org/10.26661/2414-0287-2018-4-40-18>.

37. Ковтонюк К. В. Цифровізація світової економіки як фактор економічного зростання. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки*. 2017. Вип. 27 (1). С. 29–33.

38. Abeliasky A., Hilbert M. Digital technology and international trade: Is it the quantity of subscriptions or the quality of data speed that matters? *Telecommunications Policy*. 2017. Vol. 41 (1). P. 35–48.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.11.001>

39. Руденко М. В. Аналіз позицій України в глобальних індексах цифрової економіки. *Економіка та держава*. 2021. № 2. С. 11–18.

DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.2.11>

40. Global Innovation Index. URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/
41. Digital Adoption Index. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index>
42. Global Competitiveness Report. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Competitiveness_Report
43. The Global Competitiveness Report 2019. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
44. World Digital Competitiveness Ranking. URL: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/>
45. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2021. URL: <https://imd.cld.bz/Digital-Ranking-Report-2021>
46. Measuring digital development. The ICT Development Index 2023. URL: <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/idi2023/>
47. Хаустова В. Є., Решетняк О. І., Хаустов М. М., Зінченко В. А. Аналіз розвитку ІКТ-сфери в Україні за міжнародними індексами та рейтингами. *Бізнес Інформ*. 2022. № 5. С. 40–56.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-5-40-56>
48. Network Readiness Index 2023. URL: <https://networkreadinessindex.org/>
49. ITU-D Cybersecurity Program Global Cybersecurity Index – GCIv5 Reference Model (Methodology). URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Documents/GCIv5/513560_2E.pdf
50. Global Cybersecurity Index 2020. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2021-PDF-E.pdf
51. E-Government Survey 2022. The Future of Digital Government. URL: <https://desapublications.un.org/sites/default/files/publications/2022-09/Web%20version%20E-Government%202022.pdf>

52. Global Connectivity Index. URL: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/>
53. GSMA Mobile Connectivity Index. URL: <https://www.mobileconnectivityindex.com/index.html>
54. Digital Intelligence Index. URL: <https://digitalplanet.tufts.edu/digitalintelligence/>
55. Doing Business Report. URL: <https://archive.doingbusiness.org/en/doingbusiness>
56. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73.
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-61-73>
57. Buriak I., Petchenko M. Analysis of the dilemmas of building an accounting system for the needs of future economic management. *Futurity Economics&Law*. 2021. No. 1 (1). P. 17–23.
DOI: <https://doi.org/10.57125/FEL.2021.03.25.3>
58. Фіщук В. Цифрова акселерація України. URL: <https://uifuture.org/publications/24855-tsyfrova-akseleratsiya-ukrainy/>
59. Kryshchanovych S., Prosovych O., Panas Y., Trushkina N., Omelchenko V. Features of the Socio-Economic Development of the Countries of the World under the influence of the Digital Economy and COVID-19. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 2022. Vol. 22. No. 1. P. 9–14.
DOI: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.2.2>
60. Kraus K., Kraus N. The nature of digital transformation. Energy of the economy. How to feel, understand and use it : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. 280 p.
DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-287-6>
61. Ляшенко В. І., Вишневський О. С. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку : монографія. Київ : ІЕП НАН України, 2018. 252 с.

62. Губарева І. О., Бука С. А., Белікова Н. В. Оцінка рівня цифровізації економіки України та країн – членів ЄС. *Проблеми економіки*. 2023. № 4. С. 14–21.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2023-4-14-21>

63. Касич А. О. Теоретичні аспекти впливу процесів децентралізації на економічний розвиток країни. *Актуальні проблеми економіки*. 2016. № 8. С. 16–21.

64. Губарева І., Белікова Н., Ягольницький О. Управління цифровою трансформацією підприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. № 64.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-46>

65. Kyzym M., Khaustova V., Reshetnyak O., Danko N. Significance of developmental science under assimilation of the digitalization of the Ukrainian economy. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020. No. 29 (6). P. 1037–1042. URL: <http://serisc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/9167>

66. Khaustova V., Kyzym M., Trushkina N., Khaustov M. Digital transformation of energy infrastructure in the conditions of global changes: bibliometric analysis. Proceedings of the 12th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAИТ), March 2024. URL: https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/117619/1/2_10_ICAИТ_2024_Part_4_paper_7.pdf

67. Прохорова В. В., Бабічев А. В., Янчак Ю. О. Цифровізація управління на макрорівні. Управління розвитком економічного середовища в умовах глобальних трансформацій : кол. мон. за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. Прохорової В. В. Харків : Вид-во Іванченка І. С. 2023. С. 387–394. URL: <http://econmgmt.uipa.edu.ua/wp-content/uploads/2023/03/Управліннярозвитком-економічного-середовища-в-умовахглобальних-трансформацій.pdf#page=387>

68. Хаустов М.М., Данько А.Т., Бондаренко Д.В., Юрченко О.К. Дослідження екосистеми стартапів країн світу для забезпечення їх економічного зростання. *Бізнес Інформ*. 2022. № 8. С. 47–59.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-8-47-59>

69. Прохорова В. В. Когнітивне моделювання сталого економічного розвитку підприємств. *Економіка та управління*. 2011. № 1. С. 24–29.

70. Khaustova V. E., Zinchenko V. A. The Development of Cognitive Science as a Scientific Field and Use it in Addressing Socio-Economic Challenges. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*. 2009. No. 2 (7). URL: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000420404600025>

71. Хаустова В. Є., Зінченко В. А., Мощицька Т. А. Сутність когнітивного моделювання та особливості його застосування в сучасних дослідженнях. *Бізнес Інформ*. 2009. № 12 (2). С. 200–203.

72. Кизим М. О. Хаустова В. Є. Особливості перевірки моделей на основі когнітивних карт на стійкість і достовірність // Сучасні підходи до моделювання складних соціально-економічних систем : монографія. Харків : ФОП Александрова К. М., ВД "ІНЖЕК", 2011. С. 102–116.

73. Кадієвський В. А., Пкрхун Л. П. Когнітивне моделювання прийняття управлінських рішень на підприємстві. *Науковий вісник Національної Академії статистики, обліку та аудиту*. 2016. № 3. С. 48–56.

74. Таран Т. А., Шемаєв В. М. Узагальнені оцінки чинників у задачах когнітивного моделювання. *Математичні машини і системи*. 2004. № 3. С. 110–124.

75. Хаустов М. М. Стартапи: створення та масштабування : монографія. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2023. 224 с. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/Mono_Startups_aWK106u.pdf

76. Driving development. The impact of ICT investments on the digital economy. URL: https://impact.economist.com/projects/driving-the-digital-economy/pdf/Driving-development_The-impact-of-ICT-investments-on-the-digital-economy.pdf

77. Ljubiša Mičić. Digital transformation and its influence on GDP. *Economics*. 2017. № 5. P. 135–147.

DOI: <https://doi.org/10.1515/eoik-2017-0028>

78. Measuring The Information Economy. OECD (2002). URL: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/1835738.pdf>
79. World Development Indicators // The World Bank. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/preview/on>
80. Statistica 6.0. URL: https://statistica.software.informer.com/6.0/#google_vignette
81. TIBCO Statistica User's Guide Version 14.0. URL: <https://docs.tibco.com/pub/stat/14.0.0/doc/html/UsersGuide/GUID-058F49FC-F4EF-4341-96FB-A785C2FA76E9-homepage.html>

РОЗДІЛ 2

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ТРАНСФОРМАЦІЯМИ ПІДПРИЄМСТВ

2.1. Аналіз напрямків розвитку наукових досліджень у сфері цифрових трансформацій

Сьогодні цифрові технології отримують дедалі більший вплив на суспільство та економіку, формуючи новий її тип – цифрову економіку [1]. Зокрема й Ініціатива ООН щодо сталого розвитку до 2030 року передбачає формування нових моделей управління економікою на основі цифровізації, яка поширюється на всі її сфери [2].

Цифровізація викликає цифрові трансформації на всіх рівнях економіки. Як зазначено Lankshear С. та ін. [3], етап трансформації означає, що цифрові інструменти забезпечують нові види інновацій та творчість в певній галузі.

У сучасних дослідженнях проблем цифрового розвитку широко використовуються різні терміни, такі як «оцифрування», «цифровізація», «цифрова трансформація» та ін. В загальному вигляді оцифрування означає перетворення інформації на цифровий формат [4], цифровізація передбачає цифрові зрушення в промисловості та бізнесі через впровадження цифрових інструментів в різних процесах, в той час як цифрова трансформація викликає глобальні зміни в суспільстві та бізнесі зокрема. Стратегія цифрової трансформації змінює попередні шляхи розвитку бізнесу, часом створюючи абсолютно нові бізнес-моделі й навіть підприємства [4]. Згідно з [5] цифрова трансформація – це впровадження сучасних цифрових технологій у процеси управління соціально-економічних систем усіх рівнів.

Термін «цифрова трансформація» ширший, ніж просто оцифрування існуючих процесів [6] та цифровізація. Він має більш широкий понятійний

характер, який включає максимально широке виявлення потенціалу цифрових технологій [7].

Процес цифрових трансформацій має сьогодні величезне значення та вплив на економіку. Згідно з дослідженням IDC, глобальні витрати на технології та послуги, що сприяли процесу цифрової трансформації, склали у 2023 р. 2,3 трлн дол. При цьому з 2019 по 2023 рр. ці витрати постійно зростали, що свідчить про те, що стабільно зростаюча цифрова трансформація вважається довгостроковою інвестицією з ініціативами, спрямованими на отримання 50 % частки світових інвестицій у технології в 2023 р. [4].

Водночас, незважаючи на те, що цифрові трансформації набувають все більшої важливості в економіці та суспільному житті, дослідження в цій галузі все ще перебувають на початковій стадії. Академічні дослідження цифрових трансформацій загалом активізувалися тільки в останні роки, проте внаслідок своєї новизни, важливості та динамічності розвитку аналізованих процесів потребують подальшого розвитку. На думку Hamza A. та ін. [8], хоча цифровізація та цифрові трансформації вже вивчаються багатьма науковцями, відносно новими, але дуже перспективними в цій галузі є дослідження на основі бібліометричного аналізу.

Як зазначають Qiang Wang та ін. [9], публікації є одним із основних проявів науково-технічних досягнень, тому їх огляди відіграють важливу роль в наукових дослідженнях через те, що дозволяють вивчити загальне становище в певній сфері, виявити прогалини, що потребують подальших досліджень і заповнення.

Отже, висока актуальність проблеми цифрових трансформацій в сучасній економіці дозволяє визначити необхідність поглиблення розвідок у цій сфері, зокрема, шляхом проведення комплексного огляду та аналізу накопичених знань у зазначеній предметній області (бібліометрії), їх систематизації та визначення трендів розвитку наукових досліджень із урахуванням наявних викликів і перспектив [10].

Бібліометричний аналіз є методом досліджень, що дозволяє проводити ґрунтовний комплексний огляд всіх найбільш впливових публікацій в певній предметній галузі, що робить його все більш популярним серед науковців. Завдяки перевагам він останнім часом почав широко застосовуватися у сферах бізнесу та управління (Adel Z. та ін. [11]). На думку Qiang Wang та ін. [9], бібліометричний аналіз має переваги у прогнозуванні перспективних тенденцій розвитку дисциплін, він широко застосовується для аналізу стану досліджень, міждисциплінарних напрямків зокрема.

Бібліометричний аналіз дозволяє вченим вивчати конкретну дослідницьку галузь, аналізуючи цитування, співцитування, географічний розподіл і ключові слова, щоб визначити детермінанти розвитку обраного напрямку досліджень. Бібліометричний аналіз допомагає визначити напрямки розвитку досліджень в певній сфері, дослідницькі пріоритети (Wang B. та ін. [12], Liao H. та ін. [13]). Бібліометричні методи використовуються для оцінки розвитку певної галузі досліджень, застосовуючи при цьому два основні підходи: аналіз ефективності та наукове картографування (Noyons E. C. та ін. [14], Díaz-García V. та ін. [15]).

Бібліометричний аналіз є кількісним інструментом досліджень. Він застосовує математичні та статистичні інструменти для оцінки взаємозв'язків і впливу публікацій, авторів, установ і країн у певній науковій галузі (Hubarieva I. та ін. [16]) і дозволяє сформулювати всебічне розуміння стану та тенденцій розвитку будь-якої предметної галузі досліджень, визначити основні тематичні кластери досліджень і дослідити взаємозв'язки між ними. Існує цілий ряд робіт науковців, у яких запропоновано рекомендації щодо механізмів проведення бібліометричних досліджень та узагальнено бачення процедур і технік його проведення, опис методів аналізу та особливостей їх застосування з урахуванням цілей та інформаційного базису дослідження. Серед них роботи Öztürk O. та ін. [17], Donthu H. [18], Sauer P.C. та ін. [19], Hubarieva I. та ін. [16]. Для проведення бібліометричних досліджень науковці переважно використовують чотири типові етапи: визначення мети

дослідження, збір даних, аналіз і візуалізація, інтерпретація висновків і результатів (Öztürk O. та ін. [17], Khaustova V. та ін. [20]).

Як показав огляд публікацій, присвячених бібліометричному аналізу у сфері цифрових трансформацій, поки що такі дослідження є дещо обмеженими за охопленням ключових питань та часовими межами аналізу. Вони базуються на різних масивах вихідної інформації (можуть проводитися на основі інформації наукометричних баз Scopus та Web of Science, Science Direct, Google Scholar, PubMed, Microsoft Academic, Dimensions, EmBase та Springerlink та ін. з різними їх комбінаціями, різними наборами ключових слів та за різними часовими вимірами), а також з використанням відповідного інструментарію (VOSviewer, Google Trends, Bibliometrix, SciVal, BibExcel, Histcite, SciMat та ін.). Тут необхідно зазначити, що формування первинного масиву інформації має якнайкраще відповідати цілям дослідження, оскільки зазначені бази були розроблені для різних цілей і мають різні особливості.

Найповнішим джерелом даних про цитування у світі вважаються наукометричні бази Web of Science [21] та Scopus. Google Scholar зазвичай не користується популярністю серед дослідників через обмеженість можливостей завантаження даних та їх використання для проведення бібліометричного аналізу.

Як зазначає Glänzel W. [22], Індекс наукового цитування (Science Citation Index, SCI Web of Science) визначально став найбільш загальновизнаним базовим джерелом для бібліометричного аналізу завдяки таким його якостям:

- мультидисциплінарність (представлені всі напрямки досліджень у галузі наук про життя, природничих наук, математики та інженерії);
- селективність (періодичні видання, охоплені SCI, відбираються на основі кількісних критеріїв, і відбір, як правило, підкріплюється експертною думкою);
- повне охоплення (всі статті, опубліковані в періодичних виданнях, що входять до SCI, реєструються);

- повнота афіліацій (вказуються адреси всіх авторів, що дозволяє аналізувати наукову співпрацю та застосовувати повні схеми підрахунку публікацій);
- бібліографічні посилання (разом із кожним документом опрацьовуються посилання на нього, що дозволяє аналізувати структуру цитування);
- доступність.

Необхідно зазначити, що на цей час база даних Scopus також повністю відповідає цим якостям, а в деяких з них має навіть більш сильні позиції, ніж Web of Science.

Як зазначається в рекомендаціях University of Eastern Finland щодо Пошуку та управління дослідницькою інформацією [23], протягом тривалого часу Web of Science дійсно була основним джерелом для бібліометричного аналізу. Проте у 2004 році була запущена база даних індексів цитування Scopus, що стала до певної міри більш повною, ніж Web of Science, і сьогодні охоплює ширший спектр журналів. Так, Scopus пропонує приблизно на 20% більше покриття для аналізу цитування, ніж Web of Science, проте включає лише публікації з 1966 року (в той час як Web of Science – з 1990). Scopus має краще покриття, зокрема, в галузі інженерії, але в гуманітарних науках його покриття є меншим [23]. Також визначним є покриття Scopus в економічній науці. Таким чином, саме в питаннях розвитку досліджень у сфері цифрових фінансів бібліометричний аналіз публікацій, що індексуються базою Scopus, є обґрунтованим і доцільним.

Базуючись на аналізі публікацій щодо проблеми цифрових трансформацій, подальших досліджень потребує цілий ряд питань, серед яких такі:

1. Якою є історична еволюція літератури про цифрові трансформації та якими є найсучасніші тренди розвитку досліджень у сфері цифрових трансформацій?

2. Які журнали є найбільш продуктивними в питаннях цифрових трансформацій?
3. Хто є найпродуктивнішими авторами у сфері цифрових трансформацій?
4. Які публікації у сфері цифрових трансформацій є найбільш впливовими?
5. Які основні публікації вплинули на розвиток цифрових трансформацій?
6. Як виглядає ТОП журналів, в яких публікуються статті з цифрових трансформацій?
7. Якими є детермінанти розвитку цифрових трансформацій у світі?

Для відповіді на поставлені питання дослідження було виконано відповідно до традиційного підходу до бібліометричного аналізу, що містить такі етапи: визначення мети та дизайну дослідження (постановка питань дослідження, визначення використовуваного інструментарію та методів), формування вибірки для проведення аналізу (вибір бази даних і критеріїв пошуку, збір та уточнення даних), бібліометричний та контент-аналіз, візуалізація результатів (аналіз цитування та аналіз спільних слів і т. ін.), інтерпретація результатів та формулювання висновків дослідження.

В табл. 2.1 наведено завдання, інструменти та методи дослідження.

Таблиця 2.1

Завдання, інструменти та методи дослідження

Завдання: інструменти	Мета	Питання	Метод бібліометрії	Напрямки аналізу
1	2	3	4	5
Еволюційний аналіз публікаційної активності: інструменти бази даних Scopus	1.Визначення тенденцій розвитку досліджень в сфері цифрових фінансів	1.1. Історична еволюція публікацій. 1.2. Найбільш продуктивні журнали. 1.3. Найбільш продуктивні автори. 1.4. Найбільш цитовані публікації	<i>Measures of productivity Impact metrics</i>	Історична еволюція публікацій; структура публікації за авторами, журналами, галузями знань; аналіз цитування
Кластеризація публікацій, мапування: VOSviewer	2. Визначення основних детермінант та перспектив розвитку	2.1. Основні документи, що оказали найбільший вплив на розвиток цифрових фінансів.	<i>Co-citation Co-occurrence</i>	Аналіз цитування за публікаціями та авторами; аналіз ключових слів

1	2	3	4	5
	досліджень в сфері цифрових фінансів	2.2. ТОП журналів, в яких публікуються статті з цифрових фінансів. 2.3. Кластери публікацій та напрями розвитку досліджень		

Джерело: сформовано автором [10]

Як видно з табл. 2.1, у цьому дослідженні застосовано бібліометричний підхід з використанням програмного забезпечення VOSviewer [24], що було розроблено Nees Jan van Eck та Ludo Waltman у Leiden University's Centre for Science and Technology Studies (CWTS) в Нідерландах. Зазначене програмне забезпечення є одним із найбільш широко застосовуваних у такого роду дослідженнях через його комплексність, відносну простоту та здатність надання результатів, доступних для гарної візуалізації, інтерпретації та подальшого аналізу.

Інформаційною базою дослідження обрано статті, що опубліковані в рецензованих журналах, що входять до бази Scopus. Відбір публікацій відбувався шляхом пошуку літератури за ключовими словами. Ця методика є автоматизованою, що унеможливорює будь-яку потенційну упередженість дослідників. Вибір пошукового запиту має вирішальне значення в такого роду дослідженнях. Щоб уникнути потенційного виключення релевантних робіт, пошук було здійснено за терміном «digital transformation», первісна відбірка склала 88233 публікації. У подальшому її було уточнено, пошуковий ланцюжок здійснювався за підполями «назва», «анотація» та «ключові слова» (TITLE-ABS-KEY (digital AND transformation)), використано інструмент «>», тип публікації – стаття. Відбірка склала 11926 публікацій.

Після здійснення процедури відбору публікацій було проведено бібліометричний аналіз за наведеною вище процедурою.

Як показали результати аналізу, перші поодинокі публікації за напрямом цифрової трансформації з'явилися на початку 70-х років XX століття, та ці статті стосувалися переважно сфери інженерії. Наприклад, стаття Naykin S. та ін. (1971 р.) [25], що присвячена проектуванню цифрових фільтрів і цифровій трансформації сигналу.

Перші публікації за напрямом цифрової трансформації у сфері комп'ютерних наук з'явилися в середині 80-х років XX ст. (Haenel U. та ін. (1985 р.) [26]). Після початкового періоду 1990–2000 рр., коли були опубліковані деякі з основоположних робіт, спостерігається чітка тенденція до поступового зростання кількості публікацій за цим напрямом досліджень (до 10 публікацій на рік). Починаючи з 2010 р. кількість публікацій за цим напрямом була нарівні 20 статей на рік. Стрімке зростання публікаційної активності фіксується з 2016 р. і по сьогодні. Пік публікаційної активності (3314 статті) припадає на 2023 р., проте дані за 2024 р. ще формуються та є неповними на момент проведення аналізу, отже, враховуючи наявну динаміку, ймовірно, 2024 р. дасть нове пікове значення активності.

На рис. 2.1 показано динаміку кількості наукових статей за напрямом цифрової трансформації за період 2008–2024 рр.

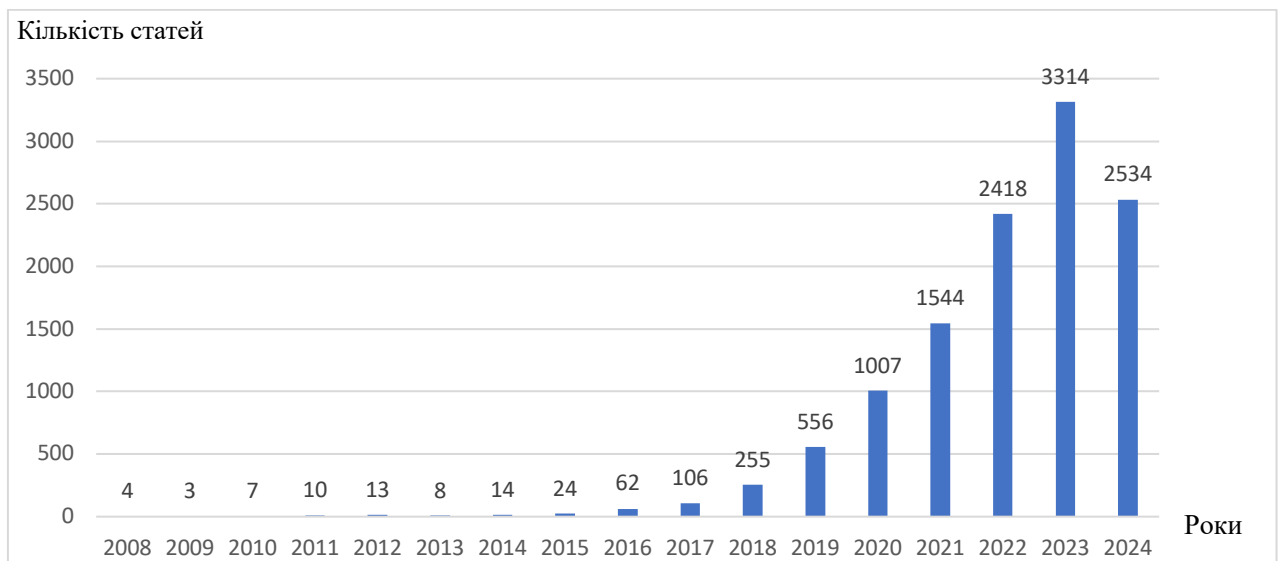


Рис. 2.1. Динаміка публікаційної активності за напрямом цифрової трансформації

Джерело: сформовано автором за даними бази даних Scopus

До причин стрімкого зростання публікацій за напрямом цифрової трансформації можна віднести: розвиток ІКТ, широке розповсюдження смартфонів, впровадження нових технологічних рішень. Необхідно зазначити, що процес цифрової трансформації прискорився під час пандемії COVID-19, у базі Scopus проіндексовано 466 публікацій, що присвячені дослідженню впливу COVID-19 на цифрову трансформацію, цифровізацію, цифрові фінанси тощо.

Однією з найновіших у сфері цифрової трансформації є стаття Quynh V. T. N. (2024 р.) [27], присвячена огляду критеріїв, моделей та оцінки готовності до цифрової трансформації малих і середніх підприємств В'єтнаму.

Найбільш вживаними ключовими словами в публікаціях з цифрової трансформації є: Digital Transformation (6064 статті), Digitalization (900 статей), Industry 4.0 (688 статей), Innovation (634 статті), Digital Technologies (513 статті).

Найбільша кількість статей за аналізованою проблемою була опублікована китайськими науковцями – 2224. Інші країни світу суттєво відстають від лідера за кількістю публікацій: Німеччина (1023 статті), рф (867 статей), США (867 статей), Велика Британія (803 статті), Італія (678 статей), Іспанія (646 статей). У базі Scopus проіндексовано 249 статей українських науковців, у назві, анотації та ключових словах яких присутній термін «digital transformation».

Статті за напрямом цифрової трансформації публікуються у багатьох високореєтингових журналах (табл. 2.2). Як показали результати дослідження, статті з цифрової трансформації були опубліковані в 158 журналах, проіндексованих в Scopus. Найбільша кількість статей була опублікована в таких журналах: Sustainability (Switzerland) – 564 статті; Technological Forecasting And Social Change – 143 статті, Finance Research Letters – 99 статей, IEEE Access – 99 статей, Journal of Business Research – 94 статті. Ці журнали є

Таблиця 2.2

**Журнали, в яких опубліковано найбільшу кількість статей,
присвячених питанням цифрової трансформації**

Журнал	Кількість статей	Галузі знань	CiteScore 2023, квартиль	Видавець
1	2	3	4	5
Sustainability Switzerland	555	Соціальні науки, комп'ютерні науки, екологія	6,8 / Q1	Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), Швейцарія
Technological Forecasting And Social Change	143	Бізнес, менеджмент та облік, психологія	21,3/ Q1	Elsevier Ltd, Велика Британія
Finance Research Letters	99	Економіка, економетрія та фінанси	11,1 / Q1	Elsevier Ltd, Велика Британія
IEEE Access	99	Інженерія, комп'ютерні науки, матеріалознавство	9,8 / Q1	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), США
Journal of Business Research	94	Бізнес, менеджмент та облік	20,3/ Q1	Elsevier Ltd, Велика Британія

Джерело: сформовано автором за даними бази даних Scopus

високорейтинговими виданнями, що входять до Q1 рейтингу Journal of Citation Report (JCR). Вони пов'язані з різними дослідницькими галузями, такими як соціальні науки, комп'ютерні науки; бізнес, менеджмент та облік; економіка, економетрія та фінанси.

Розподіл статей за напрямом цифрової трансформації за галузями знань у базі Scopus був таким: соціальні науки – 17,1%, бізнес, менеджмент та облік – 16,3%, комп'ютерні науки – 14,2%, інженерія – 12,2%, економіка, економетрія та фінанси – 7,3%, екологія – 5,4%, науки про прийняття рішень – 4,5%, енергетика – 4,1%, медицина – 2,9%, математика – 2,3%, інші – 13,6%, що свідчить про міжгалузевий характер досліджень.

До найбільш продуктивних авторів, які взяли участь у чотирьох і більше статтях за темою дослідження, необхідно віднести: Sullivan C. (25 статей, The University of Queensland, Брісбан, Австралія); Kraus S. (15 статей, Free

University of Bozen-Bolzano, Больцано, Італія); Dwivedi Y. (14 статей, Swansea University, Свонсі, Велика Британія); Ha Lethanh (14 статей, National Economics University Hanoi, Ханой, В'єтнам); Burton-Jones A. (12 статей, The University of Queensland Business School, Брісбан, Австралія).

Кількість цитувань у бібліометричному аналізі дозволяє визначити, які статті та документи є ключовими для певної теми (Tahamtan I. та ін. [28]). В табл. 2.3 наведено ТОП-10 найбільш цитованих публікацій, присвячених проблемі цифрової трансформації.

Таблиця 2.3

ТОП-10 найбільш цитованих публікацій з цифрової трансформації

Назва	Автор	Країна 1-го автора	Журнал	Рік	Кількість цитувань
1	2	3	4	5	6
Fast discrete curvelet transforms	Candès E., Demanet L., Donoho, D., Ying L.	США	<i>Multiscale Modeling and Simulation</i> , 5(3), P. 861–899	2006	2159
Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda	Verhoef P., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Qi Dong J., Fabian N., Haenlein M.	Нідерланди	<i>Journal of Business Research</i> , 122, P. 889–901	2021	1696
Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies	Frank A., Dalenogare L., Ayala N.	Бразилія	<i>International Journal of Production Economics</i> , 210, P. 15–26	2019	1661
Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal	Warner K., Wäger M.	Велика Британія	<i>Long Range Planning</i> , 52(3), P. 326–349	2019	1185
Options for formulating a digital transformation strategy	Hess T., Benlian A., Matt C., Wiesböck F.	Німеччина	<i>MIS Quarterly Executive</i> , 15(2), P. 123–139	2016	1139

1	2	3	4	5	6
The digital transformation of innovation and entrepreneurship Progress, challenges and key themes:	Nambisan S., Wright M., Feldman M.	США	<i>Research Policy</i> , 48(8), 103773	2019	1114
“So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy	Dwivedi Y., Kshetri N., Hughes L., Wirtz, J., Wright R.	Велика Британія	<i>International Journal of Information Management</i> , 71, 102642	2023	993
A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change	Hanelt A., Bohnsack R., Marz D., Antunes Marante C.	Німеччина	<i>Journal of Management Studies</i> , 58(5), P. 1159–1197	2021	814
Digital innovation and transformation: An institutional perspective	Hinings B., Gegenhuber T., Greenwood R.	Канада	<i>Information and Organization</i> , 28(1), P. 52–61	2018	767
Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice: Transforming education, work and life	Dwivedi Y., Hughes D., Coombs C., Sharma S., Upadhyay N.	Велика Британія	<i>International Journal of Information Management</i> , 55, 102211	2020	649

Джерело: сформовано автором за даними бази даних Scopus та джерелами [29–39]

Як видно з табл. 2.3, найбільш цитованою (690 посилань) є стаття Candès E. та ін. (2006 р.) [29], що стосується сфери моделювання, в якій описано дві цифрові реалізації нового математичного перетворення, а саме перетворення Curvelet другого покоління у дво- та тривимірному форматах.

Друге місце за кількістю цитувань посідає стаття Verhoef P. та ін. (2021 р.) [30] (1696 посилань), в якій виділено три етапи цифрової трансформації: оцифрування, цифровізація та цифрова трансформація. Також науковцем визначено стратегії зростання для цифрових компаній; активи та можливості, необхідні для успішної цифрової трансформації; запропоновано програму досліджень, яка стимулюватиме та спрямовуватиме майбутні дослідження в галузі цифрової трансформації.

На третьому місці – стаття Frank A. та ін. (2019 р.) [31] (1661 посилання), що присвячена моделі впровадження технологій Індустрії 4.0 у виробничих компаніях.

Статті, що увійшли до ТОП-10 статей з найбільшим цитуванням у сфері цифрових фінансів, присвячені таким питанням (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Ключові питання, що досліджуються в найбільш цитованих статтях із проблеми цифрової трансформації

Стаття	Досліджувані питання
[32]	Присвячена визначенню динамічних можливостей для цифрової трансформації в бізнесі. Цифрова трансформація розглядається як безперервний процес використання нових цифрових технологій у повсякденному житті організації, який визнає гнучкість як основний механізм стратегічного оновлення: (1) бізнес-моделі, (2) підходу до співпраці та, зрештою, (3) культури організації
[33]	Присвячена формуванню стратегії цифрової трансформації
[34]	Присвячена дослідженню цифровій трансформації інновацій та підприємництва
[35]	Присвячена вивченню міждисциплінарних поглядів на можливості, виклики та наслідки генеративного розмовного ШІ для досліджень, практики та політики
[36]	Присвячена узагальненню літератури у сфері цифрової трансформації та наданню управлінських висновків щодо її стратегії та організаційних змін
[37]	Присвячена визначенню інституційних перспектив цифрових інновацій та трансформацій
[38]	Присвячена виявленню впливу пандемії COVID-19 на дослідження та практику інформаційного менеджменту в сферах освіти, роботи та життя

Джерело: сформовано автором за даними бази даних Scopus і наведених джерел

За допомогою інструментарію VOSviewer будується також мережа цитування на основі визначення найвпливовіших робіт в аналізованій галузі та взаємозв'язків між ними. Со-цитування відбувається, коли в одній статті одночасно цитуються два різні документи, що свідчить про певну схожість між цитованими роботами. Co-citation може базуватися на різних одиницях аналізу: журналах, документах (Small H. [39]) та авторах (McCain K. [40]).

Загалом у проаналізованих в межах цього дослідження документах було 23877 цитованих посилань, з яких 282 відповідали критерію мінімум 20 цитувань на одну статтю. Кожен вузол (рис. 2.2) представляє одне посилання, а його розмір вказує на кількість цитувань на документ. Зв'язок між двома вузлами вказує на відносини цитування. Чим товстішим позначено зв'язок між двома вузлами, тим вища сила їхнього зв'язку. Нарешті, вузли належать до різних кластерів залежно від ступеня схожості між ними.

Наведена на рис. 2.2 карта показує наявність трьох основних груп робіт. Зелений кластер включає публікації, які пов'язані з цифровою трансформацією бізнесу, формуванням стратегії цифрової трансформації, корпоративною зрілістю (найбільш цитований автор Nambisan S. та ін. [34]), синій кластер включає роботи, що присвячені цифровій трансформації галузей економіки, цифровізації малого та середнього бізнесу, цифровізація, Індустрія 4.0 (найбільш цитований автор Verhoef P. C. та ін. [30]), а до червоного кластера включені статті за напрямом: цифрові фінанси, ефективність інвестицій, зелені інновації (найбільш цитований автор Wu F. [41]).

Усі результати пошуку в наукометричній базі Scopus були експортовані у форматі, розділеному табуляцією, який включав бібліографічну інформацію, таку як назви, автори, журнали, установи, ключові слова, роки публікації та анотації для подальшого аналізу та візуалізації за допомогою програмного забезпечення для бібліометричного аналізу [16].

Карту бібліометричної мережі у сфері цифрової трансформації наведено на рис. 2.3. В ній 3067 ключових слів було об'єднано у 6 кластерів.

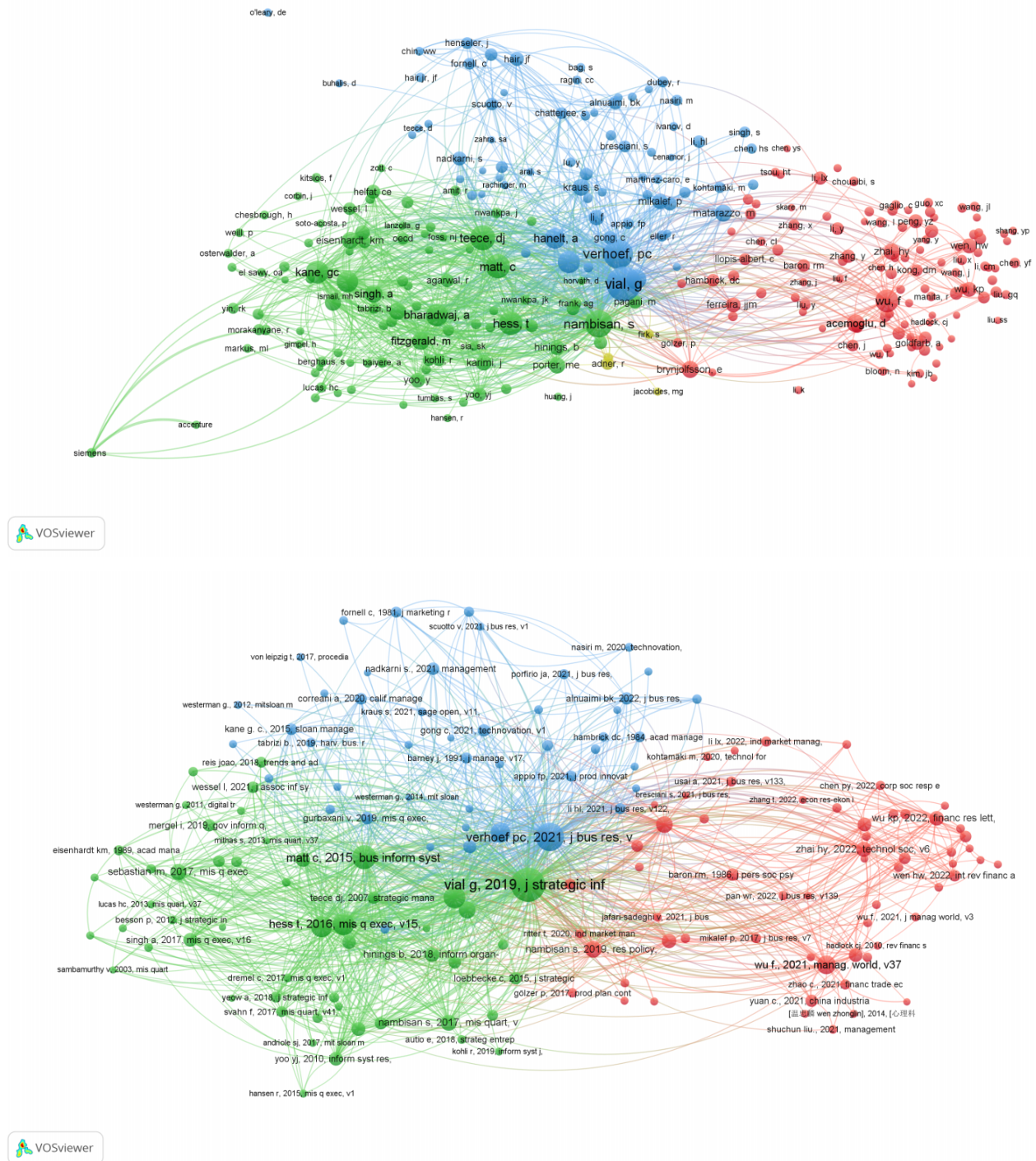


Рис. 2.2. Мережа цитування авторів і документів у сфері цифрової трансформації, реалізована за допомогою інструментарію VOSviewer

Джерело: сформовано автором за даними бази даних Scopus

Найбільш вживаними ключовими словами визначено такі: цифрова трансформація, інновації, динамічні можливості, ефективність, вплив, технології, менеджмент.

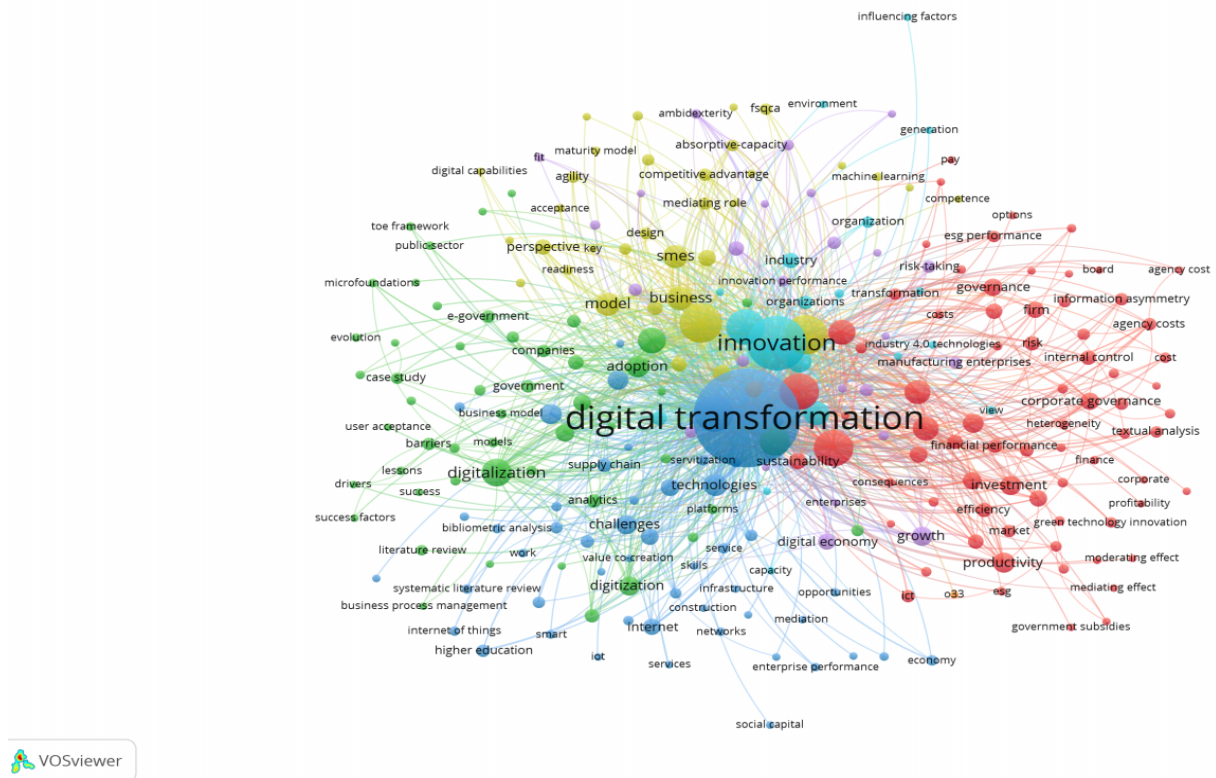


Рис. 2.3. Мережева візуалізація цитування статей з цифрової трансформації, реалізована за допомогою інструментарію VOSviewer

Джерело: сформовано автором за даними бази даних Scopus

Отже, бібліометричний аналіз з центральними категоріями «digital transformation» дозволив виділити 6 кластерів, кожен із яких позначено кольором:

1. Червоний кластер (74 ключових слова) – найбільш вживані ключові слова: менеджмент, вплив, інформація, фірма, сталий розвиток, корпоративне управління, інвестиції, ефективність, фінанси. До цього кластера увійшли публікації, у яких досліджуються проблеми цифрової трансформації підприємства, цифрової трансформації бізнес-процесів, визначення чинників впливу на ефективність цифрової трансформації;

2. Зелений кластер (51 ключове слово) – найбільш вживані ключові слова: цифровізація, інформаційні технології, Big Data, електронна комерція, соціальні мережі, інфраструктура, публічний сектор. До кластера потрапили публікації з ІКТ, цифрових технологій, впровадження інформаційних технологій.

3. Синій кластер (50 ключових слів) – найбільш вживані ключові слова: технології, Індустрія 4.0, Covid-19, штучний інтелект, сервіс, економіка, знання, ланцюги доданої вартості. До кластера потрапили публікації, в яких зосереджено увагу на виявленні шляхів розвитку цифрової трансформації і його впливу на освіту, послуги, людський капітал, інфраструктуру.

4. Жовтий кластер (34 ключових слова) включає публікації, в центрі уваги яких знаходяться питання бізнес-стратегій, цифрових можливостей, продуктивності, машинного навчання, організаційної культури та готовності до сприйняття трансформації, ризики цифрової трансформації.

5. Фіолетовий кластер (25 ключових слів) сполучує публікації з питань формування цифрової економіки, визначення шляхів зростання, динамічних можливостей, інновацій, екології, виробництва, ризиків в економіці загалом.

6. Блакитний кластер (19 ключових слів) – найбільш вживані ключові слова: інновації, стратегія, можливості фірми, прийняття рішень, фактори впливу. Включає статті, в яких зосереджено увагу на обґрунтуванні інноваційної стратегії фірми.

На основі бази даних Scopus та програмного забезпечення VOSviewer було побудовано мережеву карту для візуалізації хронологічного розподілу вживання ключових слів, знайдених у публікаціях за темою цифрової трансформації (рис. 2.4), що дозволяє виявити тенденції в публікаційній активності науковців у певний період.

Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром показали, що інтенсивний розвиток наукових досліджень з питань цифрової трансформації відбувався у 2021–2024 роках. У 2021–2022 рр. (сині ключові слова) більшість публікацій була акцентована на ІКТ, цифрових технологіях, реалізації цифровізації. У 2023 рр. (зелені ключові слова) спостерігається активність досліджень за напрямками впровадження інновацій, цифрової трансформації, бізнес-моделі компанії та її бізнес-процесів. У 2023–2024 рр.

Джерело: побудовано автором за даними бази даних Scopus

Таким чином, отримані в результаті проведеного аналізу результати дозволили виявити тенденції та ключові напрями досліджень цифрової трансформації, а саме:

1. Кількість публікацій у цій сфері, що індексуються в Scopus в останні п'ять років, зростала високими темпами, що пов'язано зі стрімким розвитком ІКТ і цифрових технологій. Термін «digital transformation» має міждисциплінарний характер і використовується в дослідженнях з бізнесу, менеджменту, соціальних і комп'ютерних наук, інженерії, енергетики, екології зокрема.
2. Лідерами за кількістю публікацій, що індексуються в Scopus та містять термін «digital transformation», є Китай, США, Німеччина, Велика Британія.
3. Найбільш вживаними ключовими словами в публікаціях з цифрової трансформації є: Digital Transformation, Digitalization, Industry 4.0, Innovation,

Digital Technologies.

4. Виділено 6 кластерів, що характеризують ключові напрями досліджень у сфері цифрової трансформації: 1 – охоплює публікації з проблем цифрової трансформації підприємства, його бізнес-процесів, чинників впливу на ефективність цифрової трансформації; 2 – публікації з ІКТ, цифрових технологій, впровадження цифрових інструментів; 3 – публікації, в яких зосереджено увагу на виявленні шляхів розвитку цифрової трансформації і його впливу на освіту, послуги, людський капітал, інфраструктуру; 4 – публікації, в центрі уваги яких знаходяться питання бізнес-стратегій, цифрових можливостей, продуктивності, машинного навчання, організаційної культури та готовності до сприйняття трансформацій; 5 – публікації з питань розвитку цифрової економіки, визначення шляхів зростання, інновацій, екології, виробництва, ризиків для економіки загалом; 6 – публікації з обґрунтування інноваційної стратегії компанії.

5. Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром показали інтенсивний розвиток наукових досліджень у 2021–2024 роках. При цьому у 2021–2022 рр. більшість публікацій була акцентована на ІКТ, цифрових технологіях, реалізації цифровізації. У 2023 рр. спостерігалася активність досліджень за напрямками впровадження інновацій, цифрової трансформації, бізнес-моделі компанії та її бізнес-процесів. У 2023–2024 рр. в центр уваги науковців увійшли проблеми корпоративного управління, зелених інновацій, цифрових фінансів, ризиків цифрової трансформації.

2.2. Теоретичні засади цифрових трансформацій підприємств

Як показали результати попередніх досліджень, цифровізація розглядається науковцями та практиками на різних рівнях економіки (макро-,

мезо, мікро-) та відносно різних сфер і процесів (економічних, соціальних, безпекових та ін.).

Так, у роботі Evangelista R. та ін. [42] аналізується вплив цифрових трансформацій на економічне зростання, ефективність та конкурентоспроможність країн ЄС. Губаревою І. та ін. [43] досліджено оцінки рівня цифровізації економіки України та країн – членів ЄС. Wang H. та ін. [44] розглянуто вплив цифровізації на інноваційну спроможність регіонів.

Цілий ряд наукових досліджень присвячено різним аспектам цифрових трансформацій в компаніях і організаціях. Наприклад, Demidenko D. та ін. [45] проаналізовано підходи до оцінки ефективності управління підприємством в контексті цифрової трансформації. Usai A. та ін. [46] розглянуто вплив прийняття цифрових технологій в компаніях на їх інноваційну продуктивність. Дослідження Руденко М. [47] присвячено цифровізації сільськогосподарських підприємств.

Також значна кількість досліджень стосується проблем запровадження цифрових технологій в проєктній активності. Так, Kalinina M. та ін. [48] досліджено систему оцінювання ефективності цифрових технологій в проєктах. Kucher L. [49] проаналізовано вплив цифровізації на процеси управління інноваційними проєктами, дослідивши викликані ними зміни в методах планування, виконання та моніторингу інноваційних проєктів.

Ще один напрям досліджень у сфері цифровізації та цифрових трансформацій пов'язаний з соціальними питаннями. Зокрема, Стаднійчук Р. [50] досліджено вплив цифрових технологій на управління соціальними конфліктами в Україні. Малиновським В. [51] висвітлено стратегічні напрями цифрової трансформації, що передбачає впровадження технологій покращення доступу до соціальних послуг. Ризик цифрової трансформації в соціальній сфері проаналізовано в роботі Тогобицької В. [52].

Також проблематика цифровізації та цифрових трансформацій розглядається відповідно до різних сфер: фінансової [10; 53–56], енергетичної [20; 57], розвитку малого та середнього бізнесу [58], індустріальної [59],

наукової та освітньої [1; 60–62]; логістики та ланцюгів поставок [63; 64]; поведінкової [65] та ін.

Котарба М. в дослідженні [66] наглядно узагальнено існуючі рівні цифровізації та відповідні ним виміри аналізу й оцінки (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Рівні цифровізації та відповідні ним виміри та метрики оцінки

Джерело: сформовано автором за [25]

Отже, проникнення цифрових технологій відбувається на всіх рівнях і у всіх сферах економіки. Найбільш часто оцінка такого проникнення здійснюється на макрорівні (у світі та країнах світу), на рівні галузей (мезорівні) та підприємств (мікрорівні) [67].

Цифрова економіка передбачає реалізацію цілого ряду переваг, спрямованих на зростання конкурентоспроможності, таких як підвищення продуктивності праці, зниження витрат на виробництво продукції та ін., шляхом комп'ютеризації робочих місць та автоматизації виробничих процесів, використання технологій цифрового моделювання тощо [68].

Управління цифровою трансформацією підприємств базується на оцінці її рівня та зрілості.

Цифрова трансформація є узагальнюючим процесом та результатом запроваджених цифрових перетворень в компанії. В табл. 2.5 наведено погляди науковців і практиків на зміст цього поняття.

Таблиця 2.5

Тлумачення науковцями та практиками поняття «цифрова трансформація»

Автори / джерело	Тлумачення поняття
1	2
Македон В., Байлова О. [68]	цифрова трансформація передбачає перетворення існуючих підприємств на цифрові підприємства-організації, які використовують ІТ як конкурентну перевагу у всіх сферах своєї діяльності: виробництві, бізнес-процесах, маркетингу та взаємодії з клієнтами
Жосан Г., Кириченко Н. [76]	цифрова трансформація є одним із ключових етапів процесу трансформації, що складається з таких напрямків: автоматизація, інформатизація, цифровізація, та можуть реалізовуватися на підприємстві як послідовно, так і паралельно
Warner K.S.R., Wäger M. [77]	цифрова трансформація визначається як застосування нових цифрових технологій для сприяння значному вдосконаленню бізнесу, що призводить або до покращення клієнтського досвіду та оптимізації операцій, або до розробки нових бізнес-моделей
Reis J., Amorim M., Melão N., Matos P., Vial G. [78]	цифрова трансформація передбачає визначення організаційних потреб, розробку нових процесів або редизайн існуючих шляхом використання цифрових технологій для створення цінності для клієнтів, бізнесу та інших ключових зацікавлених сторін
Zou L., Li W., Wu H., Liu J., Gao P. [79]	цифрова трансформація – це систематичні стратегічні зміни, які не лише передбачають використання різноманітних цифрових технологій, але й передбачає глибоку інтеграцію цифрових технологій з організацією та управлінням підприємством, а також продуктами / послугами
Gökalp E., Martinez V. [75]	цифрова трансформація переслідує за мету додати цінність бізнесу через зміни, спрямовані на покращення продуктивності організації шляхом оптимізації процесів, підвищення продуктивності та створення нових сегментів ринку шляхом безперервної обробки інформації
Gollhardt T., Halsbenning S., Hermann A., Karsakova A., Becker J. [80]	цифрова трансформація пов'язана зі змінами в бізнес-моделях і стратегіях, на додаток до корпоративної культури та інших важливих факторів, щоб реагувати на жорстку конкуренцію на нестабільному ринку з новими конкурентами та більш вимогливими клієнтами
Berghaus S., Back A. [81]	цифрова трансформація – спричинені технологіями зміни на багатьох рівнях організації, що включають як використання цифрових технологій для вдосконалення існуючих процесів, так і вивчення цифрових інновацій, які потенційно можуть трансформувати бізнес-модель
Buntak K., Kovačić M.,	цифрова трансформація є стратегічним рішенням організації, яка в довгостроковій перспективі може призвести до створення

1	2
Mutavdžija M. [64]	конкурентної переваги на ринку. Цифрова трансформація вимагає зміни поточної організаційної бізнес-парадигми та зміни для створення нової організаційної культури, яка сформує спосіб роботи організації після цифрової трансформації

Джерело: сформовано автором на основі відповідних джерел

Таким чином, на основі аналізу існуючих підходів до розуміння сутності цифрової трансформації пропонується тлумачити його як послідовну реалізацію на підприємстві стратегічних змін, що передбачають запровадження цифрових технологій у всіх його бізнес-процесах задля їх оптимізації, а також глибоку інтеграцію цифрових технологій в систему організації та управління діяльністю підприємством, з метою підвищення його продуктивності та конкурентоспроможності на ринку.

Основні ініціативи щодо цифрових трансформацій на підприємствах узагальнено в табл. В.1 Додатка В.

Найважливішим етапом цифрової трансформації на підприємстві є цифровізація, яка торкається всіх сфер його функціонування. Македон В. та ін. [68] виділяють такі інструменти цифровізації виробництва підприємств (рис. 2.6). Основні ефекти, що досягаються на підприємствах з використанням таких інструментів, наведено в табл. В.2 Додатка В.

Цифровізація вимірюється на основі різних підходів, що переважно базуються на комплексних (інтегральних) показниках та індексах. Відомим є індекс цифрової щільності (Digital Density Index, DDI), який вимірює вплив цифрових технологій на економічне зростання, який є спільною розробкою Oxford Economics та Accenture [66]. Цей індекс охоплює чотири виміри (створення ринків; пошук ресурсів; працюючі підприємства; сприяння активаторам), які базуються на ряді часткових показників.

Європейською Комісією в рамках «Стратегії Європа 2020» було запроваджено систему вимірювання ефективності для відстеження еволюції

країн-членів ЄС у цифровій конкурентоспроможності [69]. The Digital Economy and Society Index (DESI) є комплексним індексом, що охоплює п'ять

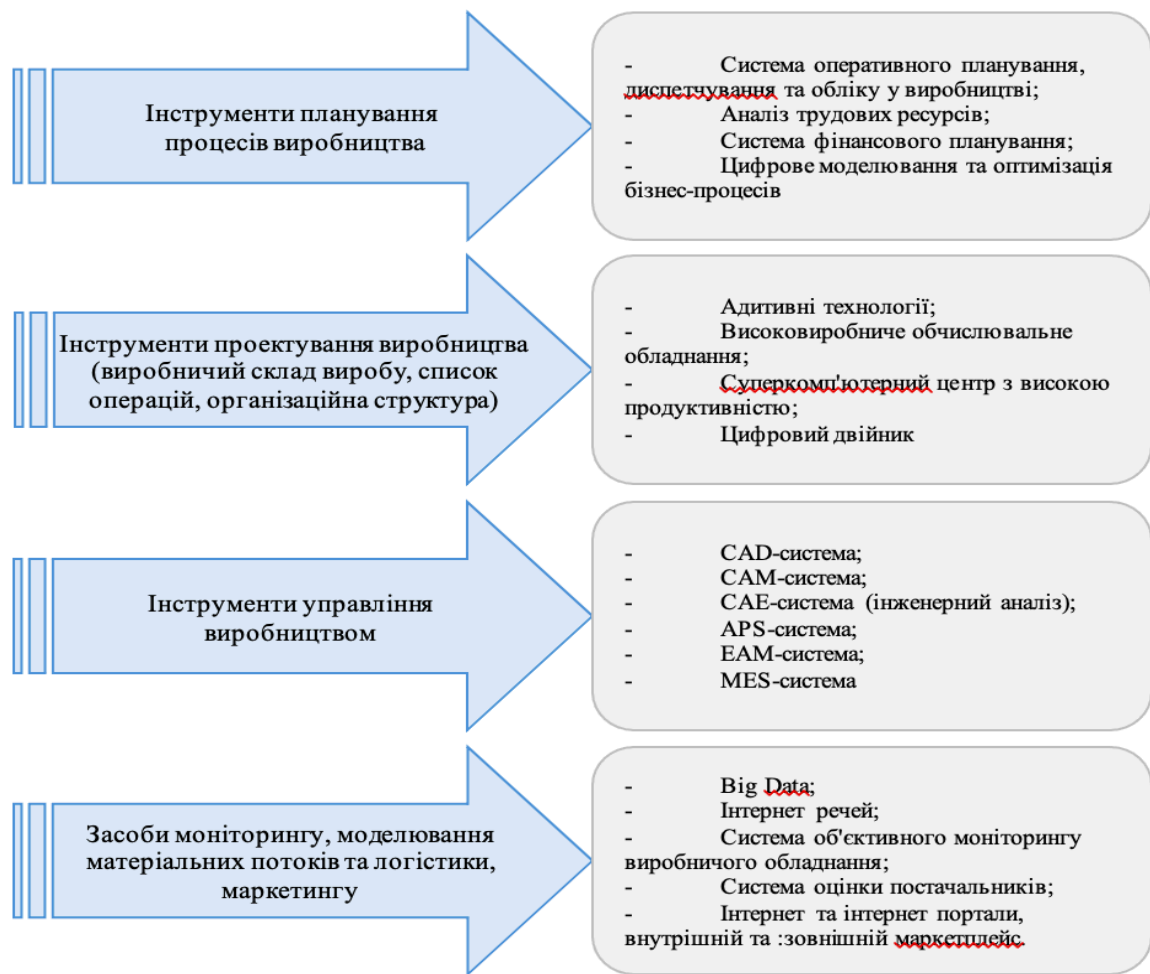


Рис. 2.6. Ключові інструменти розвитку цифрового виробництва

Джерело: [68]

основних вимірів (зв'язок; людський капітал; використання Інтернету; інтеграція інформаційних технологій; цифрові державні послуги), що також оцінюються на основі ряду окремих показників.

Побудова обох індексів – і DDI, і DESI – відображає намагання врахувати найбільш визначні фактори цифрового впливу на конкурентоспроможність економіки в глобальному контексті (або внутрішньому – ЄС) [66].

До оцінок цифровізації на макрорівні відноситься і оцінка цифровізації суспільства (інформаційного суспільства), в основу якої покладено намагання визначити ступінь використання ІКТ серед усіх демографічних верств

населення. Як зазначено в [66], цифрові громадяни функціонують у цифровій економіці, використовуючи доступну цифрову державну та комерційну інфраструктуру для ведення своєї життєдіяльності.

Загалом вимірювання цифровізації суспільства є частиною DESI. Також цифровізація суспільства визначається у системі вимірювання цифрової економіки ОЕСР, яка додатково включає ключові показники ефективності (КПЕ) або більш деталізовану інформацію по показниках, врахованих в DESI.

Індекс DESI використовується країнами – членами ЄС для звітування про прогрес у ЄС, а також як базовий для більш детальних досліджень цифрового розвитку на рівні країн [66]. Наприклад, Міністерством цифровізації Польщі при підготовці комплексних звітів про інформаційне суспільство використовувалися метрики DESI, а також додаткові КПЕ, враховуючи іншу важливу інформацію про стан цифровізації [66; 70].

На мезорівні здійснюється оцінка цифровізації промисловості (по різних її галузях). Один із широко відомих підходів до вимірювання цифрового стану галузей запропоновано McKinsey Global Institute (MGI) – Індекс цифровізації промисловості, що охоплює три групи показників (активи, використання і праця) [71]. Порівняно з підходами до оцінки цифровізації економік країн і суспільства, підходи до оцінки цифровізації галузей враховують процесну складову. При цьому цифровізація процесу вимірюється разом з інфраструктурою системи ІКТ з використанням усталених інтегрованих рішень, таких як планування ресурсів підприємства (enterprise resource planning – ERP) та управління взаємовідносинами з клієнтами (customer relationship management – CRM) [66].

Для оцінки рівня цифровізації організацій науковцями та практиками розроблено досить багато різних підходів. Проте виділяються три основні етапи впровадження цифрових технологій у компаніях та організаціях:

- оцифрування;
- цифровізація;
- цифрова трансформація [30; 72].

Оцифрування являє собою кодування аналогових даних у цифрову форму, що дозволяє комп'ютерам зберігати, обробляти та поширювати таку інформацію, тоді як цифровізація відображує як інформаційні технології (ІТ) або цифрові технології можуть бути використані для зміни існуючих бізнес-процесів. ІТ є основним чинником цифровізації, оскільки вони пропонують нові можливості для бізнесу, трансформуючи такі процеси, як дистрибуція, комунікація та адміністрування бізнес-відносин [30]. На останньому етапі цифрового розвитку – цифровій трансформації – відбувається перепроєктування критично важливих процесів для вдосконалення бізнес-підходу компанії до створення її цінності [72–75 та ін.].

Визнаючи багатовимірний характер цифрової трансформації, дослідницькі групи та інституції розробляють моделі та комплексні показники для її характеристики й оцінки. Ці показники мають на меті забезпечити більш цілісне уявлення про цифрову трансформацію, враховуючи різні етапи (оцифрування, цифровізація та цифрова трансформація), виміри й аспекти цього процесу.

Так, дослідження Руденко М. [47] присвячено визначенню індикаторів цифровізації сільськогосподарських підприємств, методів і критеріїв оцінки впливу цифровізації на їх діяльність (табл. В.3–В.5 Додатку В). Науковцем запропоновано використовувати три групи показників: базові, які характеризують розвиток аграрного виробництва та діяльність підприємств; показники оцінки рівня цифровізації аграрного виробництва та управління сільськогосподарським підприємством; показники оцінки впливу цифровізації сільськогосподарських підприємств на їхній розвиток (рис. 2.7) [47] .

Хіміч С. [82] сформовано процедуру оцінку цифровізації промислового підприємства на основі експертного опитування (табл. 2.6). Тут необхідно зазначити, що експертні опитування є найбільш широко застосовуваним підходом до оцінки цифровізації та цифрових трансформацій на підприємствах. Ключовим моментом при цьому залишається перелік показників, що мають бути оцінені експертами.

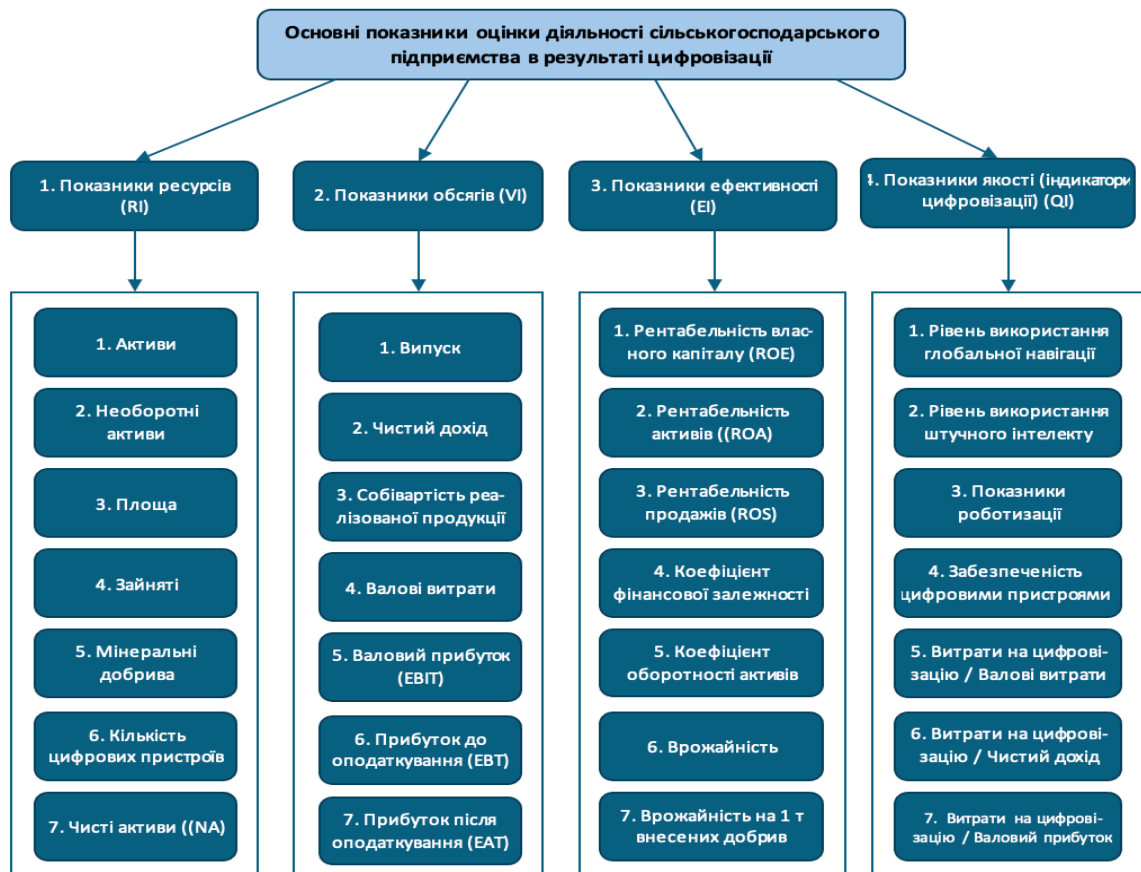


Рис. 2.7. Основні показники діяльності сільськогосподарського підприємства в результаті цифровізації

Джерело: [47]

Таблиця 2.6

Методика оцінки рівня цифровізації промислового підприємства

Етап	Опис етапів	Опис заходів, які мають бути проведені на кожному з етапів
1	2	3
Етап 1	Розсилка анкет	Проведення попередньої консультації для учасників анкетування, пояснення мети та важливості оцінки рівня цифровізації. Розроблення анкети з урахуванням конкретних особливостей промислового підприємства. Забезпечення чіткого та зрозумілого інструктажу щодо заповнення анкети
Етап 2	Обробка результатів анкетування	Проведення аналізу отриманих даних з анкет. Визначення загального рівня цифровізації промислового підприємства на основі показників, визначених в анкеті. Проведення консультації для роз'яснення результатів та визначення можливих напрямків вдосконалення
Етап 3	Аналіз поточного рівня цифровізації	Вивчення існуючих цифрових систем та технологій на підприємстві. Визначення сильних та слабких сторін цифрової інфраструктури. Збір додаткових даних про існуючі технічні рішення та їх використання

1	2	3
Етап 4	Порівняння поточного рівня цифровізації з цільовим	Визначення цільового рівня цифровізації відповідно до стратегічних цілей підприємства. Зіставлення отриманого рівня цифровізації з цільовим рівнем. Визначення невідповідностей та аналіз причин їх виникнення
Етап 5	Складання дорожньої карти по усуненню невідповідностей	Розроблення конкретних рекомендацій та заходів для вдосконалення рівня цифровізації. Визначення пріоритетів у впровадженні нових технологій та покращень. Формування плану дій та ресурсів для впровадження запропонованих змін
Етап 6	Підготовка звіту	Складання детального звіту щодо рівня цифровізації, виявлених проблем і рекомендацій. Проведення презентації результатів перед керівництвом та ключовими зацікавленими сторонами

Джерело: [82]

Зінюк М. [83] запропоновано п'ять показників оцінки ефективності цифрової трансформації на підприємстві: кількість користувачів відносно кількості придбаних ліцензій на програмне забезпечення; показники широти та обмежень зручності використання; кількість процесів, що виконуються на новому програмному забезпеченні; показники продуктивності; кількість нових доходів, пов'язаних із цифровими інвестиціями. Опис зазначених показників наведено в табл. В.6 Додатка В.

Македон В. та ін. [68] розроблено методику оцінки рівня глибини проникнення цифрових технологій та їх кадрового забезпечення, що містить п'ять етапів: I – підготовчий етап; II – обстеження підприємства; III – оцінка рівня цифровізації підприємства; IV – визначення пріоритетних напрямів цифровізації; V – підготовка підсумкового звіту (рис. 2.8).

На підготовчому етапі передбачено створення робочої групи з оцінки рівня цифровізації підприємства та визначення пріоритетних напрямів його розвитку, визначення її керівника, періоду та особливостей організації роботи групи. До робочої групи мають включатися керівники або представники всіх підрозділів підприємства: адміністративного, технологічного, конструкторського, розрахункового, фінансового, планового, маркетингу та збуту, захисту інформації, ІТ. Також можуть бути залучені фахівці сфери цифрового виробництва зі сторонніх організацій (розробники засобів цифрового виробництва, інжинірингові компанії та ін.).



Рис. 2.8. Етапи планування та впровадження цифрових технологій на підприємстві

Джерело: [68]

Обстеження підприємства пропонується проводити шляхом формування масиву вихідних даних через заповнення форм самооцінки рівня цифровізації підприємства, які можуть бути використаними для оцінки як рівня цифровізації всього підприємства, так і його окремих структурних підрозділів [68].

Як зазначається в [68], запровадження цифрових технологій на підприємствах має забезпечуватися відповідним кадровим забезпеченням, а економічний результат впровадження цифрових технологій на підприємствах пов'язаний із зростанням доданої вартості продукції, що ними випускається. Для його оцінки науковцями пропонується використовувати коефіцієнт доданої вартості підприємства, який визначається ними індикатором якості управлінських рішень, а саме економічної доданої вартості (EVA – Economic

Value Added). Чим вищим є значення економічної доданої вартості, тим вищою вважається ефективність використання капіталу в підприємства.

Рушійною силою та запорукою успіху ініціатив щодо цифрової трансформації в організації є її цифрова зрілість, оскільки вона вимірює готовність компанії та всього її персоналу розуміти та безперервно адаптуватися до мінливих вимог клієнтів і ринків, що виникають або змінюються внаслідок системних технологічних змін.

Згідно з [84] визначення того, на якому рівні цифрової зрілості знаходиться компанія, є важливим кроком у процесі оновлення створюваної нею цінності та прибуткової цифрової трансформації. Без визначення поточного цифрового стану компанії та плану розвитку її цифрової зрілості, є ризик ухвалення дороговартісних рішень, що матимуть низьку цінність для компанії, або ж інвестування в ініціативи, які існуюча в компанії технологія не буде підтримувати.

Тому оцінка цифрової зрілості компанії є важливою перед прийняттям рішення та розробки стратегії проведення цифрової трансформації.

Вивчення відповідної літератури показує, що існують різні тлумачення терміна «цифрова зрілість». У табл. 2.7 наведено погляди науковців і практиків на зміст цього поняття.

Таблиця 2.7

Тлумачення науковцями та практиками поняття «цифрова зрілість»

Автори / джерело	Тлумачення поняття
1	2
Gökalp E., Martinez V. [75]	цифрова зрілість це стан, в якому цифрові технології організації здійснили трансформацію її діяльності, залучення навичок та бізнес-структури
Hägg J., Sandhu S. [74]	цифрова зрілість виникає, коли трансформація в компанії відбулася та дозволила вирішити проблеми, пов'язані з цифровими бізнес-ландшафтами
Schumacher A., Erol S., Sihm W. [85]	цифрова зрілість це стан досконалості або завершеності, що передбачає продовження фази розвитку системи
Gartner [86]	цифрова зрілість є рівнем, на якому організація впровадила цифрові технології та процеси для підвищення ефективності бізнесу та уможливлення цифрової трансформації
Aras A., Büyükoçkan G. [72]	цифрову зрілість це критичний показник, що розкриває ефективність адаптації до цифрових технологій

1	2
Kljajić Borštinar M., Pucihar A. [87]	цифрова зрілість – це еволюційний процес, поділений на послідовність рівнів, що ведуть до бажаного стану зрілості, в якому слід планувати логічний шлях від початкового стану до кінцевого стану зрілості
Rossmann A. [88]	цифрова зрілість стосується формування конкретних можливостей для управління цифровими технологіями, які сегментовані на цифрові можливості (стратегія, технологічна експертиза, бізнес-моделі, клієнтський досвід) і лідерські можливості (управління, управління змінами, культура)
Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R. та ін. [89]	цифрова зрілість спрямована на використання переваг нових технологій для підвищення конкурентоспроможності
Chanias S., Hess T. [90]	цифрова зрілість – це стан цифрової трансформації компанії, вона описує досягнення компанія в цифровій трансформації
Buntak K., Kovačić M., Mutavdžija M. [64]	цифрова трансформація здійснюється поетапно, при цьому поточний етап цифрової трансформації організації визначає цифрову зрілість організації. Отже, цифрова зрілість організації визначається використанням цифрових технологій в організаційних процесах
Tecno Soluciones [91]	цифрова зрілість компанії чи установи – це рівень впровадження та ефективного використання цифрових технологій у її бізнес-процесах, стратегіях та організаційній культурі. Компанією з високим рівнем цифрової зрілості є така, що успішно інтегрувала цифрові технології в усі свої операції, від управління ланцюжками поставок до аналізу даних і комунікації з клієнтами

Джерело: укладено автором на основі відповідних джерел [92]

Таким чином, визначення цифрової зрілості передбачає оцінку її рівня шляхом аналізу можливостей компанії, готовності до впровадження цифрових технологій, а також досягнутого в цьому прогресу для трансформації її бізнес-процесів і збереження конкурентоспроможності на ринку. Така оцінка має базуватися на аналізі діяльності компанії в усіх її ключових сферах (в розрізі різних вимірів), зокрема: стратегія, процеси, технології та аналітика даних, культура та ін.

Модель цифрової зрілості призначена допомогти компаніям оцінити поточний рівень цифрової зрілості та готовності до цифрової трансформації, що є основою для навігації компаній на шляху цифрової трансформації [93]. Модель цифрової зрілості являє свого роду каркас, на який орієнтується компанія при оцінці свого поточного рівня цифрової зрілості, при розробці

дорожньої карти для досягнення цілей своєї діяльності, планування зростання та вимірювання подальшого успіху [84]. Моделі цифрової зрілості є допоміжним інструментом для компаній у подоланні викликів цифрової трансформації. Мета їх застосування полягає у визначенні та пріоритезації конкретних заходів, які сприятимуть просування до цільового рівня цифрової зрілості. Послідовні еволюційні фази таких моделей відображають різні ступені зрілості [94].

Однією з характерних особливостей моделей цифрової зрілості є оцінка стану цифрової трансформації компанії на основі набору заздалегідь визначених вимірів (компонент) і послідовних рівнів зрілості. На основі їх визначення пропонуються рекомендації щодо досягнутої та подальшої цифрової трансформації компанії. Такий підхід до розробки відображує багатовимірність і складність явища цифрової трансформації.

У роботі Aras A. та ін. було здійснено ґрунтовний аналіз наявних наукових праць, присвячених моделям цифрової зрілості на основі методів бібліометричного аналізу. Авторами було виявлено 236 вимірів оцінки цифрової зрілості компанії, які було скорочено шляхом вилучення найпоширеніших і групування схожих між собою до 12. До них віднесено такі: стратегія, технологія, операції, продукти та послуги, управління, люди, клієнти, процеси, інновації, культура, цінність і ланцюжки створення цінності, лідерство. Було також визначено, що в площині узгодження зі стратегіями максимізації цінності компанії, на яку і має орієнтуватися цифрова трансформація, технології, а також процеси, продукти, послуги та операції, де ці технології застосовуються для реалізації стратегій, відіграють вирішальну роль. В той час як управління та лідерство повинні забезпечувати відповідний вплив трансформації на людей та культуру [72].

Окремо авторами було проаналізовано наявні моделі цифрової зрілості, запропоновані консалтинговими компаніями (Deloitte, Ernst & Young, Gartner, KPMG, McKinsey, TMForum, World Economic Forum та ін.), а також визначено основні виміри, що досліджуються ними для її оцінки. Серед них основними

визначено такі: стратегія, культура, технології, операції, процеси, організація та клієнтський досвід [72].

По результатах проведеного аналізу важливою проблемою авторами визначено відсутність цілісності в наявних моделях, яка б комплексно враховувала всі критично важливі фактори і можливості, необхідні для цифрової трансформації компанії, незалежно від сектора або її розміру. Ними зазначено, що для того, щоб максимізувати цінність, яку модель цифрової зрілості може надати, цифрова трансформація має складатися з чотирьох етапів: обізнаність, готовність, планування та виконання (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Шлях цифрової трансформації

Джерело: [72]

Обізнаність – стосується рішення компанії ініціювати певну цифрову трансформацію для досягнення своїх цілей. Готовність – визначається реалізацією двох етапів. Першим є розробка еталонної моделі, яка дозволить виявити ступінь і масштаб цифрової трансформації, наявні прогалини, які треба закрити, а також сфери вдосконалення, які потребують нових підходів для реалізації намірів, сформованих на етапі обізнаності; другим етапом є проведення оцінки на основі цієї моделі. Планування – забезпечує вхідні дані для створення цифрової дорожньої карти шляхом оцінювання результатів паралельно з їх зіставленням із цілями та пріоритетами, встановленими компанією. Виконання – стосується систематичного чіткого впровадження сформованої дорожньої карти [72].

Aras A. та ін. також запропонували цілісну модель цифрової зрілості (рис. 2.10).

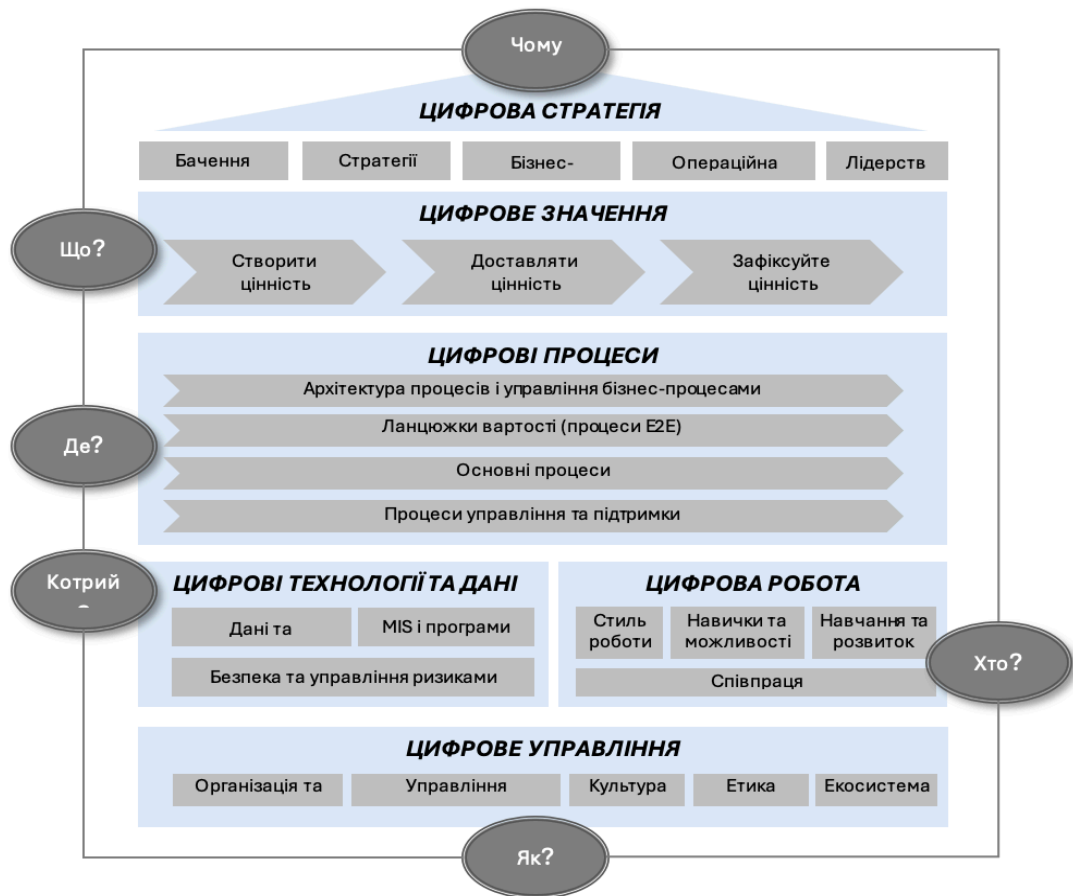


Рис. 2.10. Холістична модель цифрової зрілості

Джерело: [72]

Da Silva José Luiz та ін. [95] було проаналізовано 40 моделей цифрової зрілості та характерні виміри оцінки, що в них враховуються. Ними визначено, що моделі цифрової зрілості можуть бути розподілені на:

- директивні (їх важливість полягає у формуванні чітких перспектив і шляхів досягнення компанією її цифрової зрілості);
- порівняльні (спрямовані на вивчення зовнішнього та/або внутрішнього бенчмаркінгу та ті, що забезпечують узагальнене аналізування змін середовища, в якому працює організація);
- описові (обмежені простою оцінкою рівня цифрової зрілості).

Valdez-de-Leon O. [96] розроблено типову модель цифрової зрілості компаній-постачальників телекомунікаційних послуг (рис. 2.11).

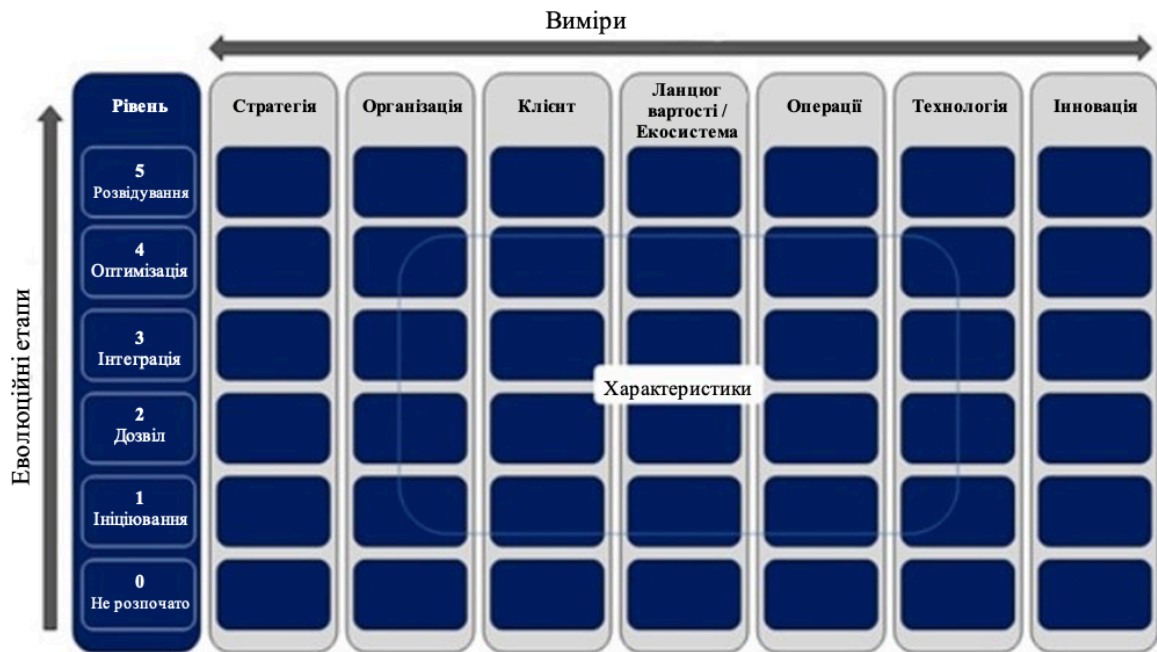


Рис. 2.11. Типова модель цифрової зрілості компаній-постачальників телекомунікаційних послуг

Джерело: [96]

Ochoa-Urrego R. L. та ін. [97] зазначають, що в середньому моделі цифрової зрілості охоплюють шість вимірів на чотирьох-шести еволюційних етапах. При цьому автори вважають, що найпопулярнішими в сучасних моделях зрілості є такі виміри: технології, цифрова культура, операційні процеси та цифрова стратегія. Також часто згадується вимір управління (лідерство та ефективність).

Wang R. та ін. [98] розроблено модель оцінки зрілості цифровізації у виробничих компаніях на основі методу аналітичної ієрархії (MAI). Модель складається з чотирьох вимірів: стратегія, операційна технологія, культурні організаційні можливості та екосистема. Цифрову трансформацію розбито на 13 категорій та 35 факторних областей.

Niu H. та ін. [99] запропоновано модель оцінки загального рівня цифрової трансформації компаній, акції яких котируються на біржі, сформовано за трьома вимірами: цифрові інвестиції, цифровий фокус та цифрові результати.

Chen C. Y. та ін. [100] розроблено систему оцінки спроможності компаній до цифрової трансформації (цифрової зрілості), що складається з 7 вимірів і 26 показників, включаючи: цифрову інфраструктуру, цифрові дослідження і розробки, цифрові інвестиції, організаційну структуру, цифрові таланти, цифрове управління бізнесом, цифрове управління виробництвом і фінансове цифрове управління.

Консалтинговою компанією FPT Digital [93] запропоновано узагальнену модель цифрової зрілості, що враховує такі виміри: клієнти, операції, стратегія, технології, культура та дані (рис. Г.1 Додатка Г). Цю модель було адаптовано для в'єтнамських підприємств і сформовано модель цифрової зрілості FPT Digital, в якій зазначені 6 вимірів було розкладено по 25 підвимірах та 139 критеріях (показниках) оцінки (рис. 2.12).



Рис. 2.12. **Модель цифрової зрілості FPT Digital за вимірами**

Джерело: сформовано автором за [93]

Оціночні критерії моделі (139 показників) оцінюються за шкалою від 1 до 5 відповідно до рівня зрілості, при цьому чим вищим є бал, тим вища цифрова зрілість. Процес опитування охоплює весь бізнес – від керівництва до всіх відділів. Отримані оцінки пропонується представляти у вигляді діаграм

(рис. Г.2 Додатка Г). На основі такої моделі компанія може визначити параметри, які слід зосередити на розвитку та вдосконаленні, й розробити відповідну дорожню карту цифрової трансформації. Завдяки цій моделі FPT Digital було також висловлено думку про «пастку цифрової трансформації», яка виникне, якщо бізнес належним чином не оцінить і не усвідомить рівень своєї цифрової зрілості, що призведе до обмежень у процесі планування та впровадження дорожньої карти [93].

Згідно з [101] цифрова зрілість визначається цілим рядом передумов: цифровою грамотністю персоналу; ІТ-ресурсами; культурою компанії; демографічними показниками; організаційною структурою; ефективністю регулювання; технологіями та програмним забезпеченням, що використовуються та/або необхідні; ініціативами з навчання та розвитку співробітників (рис. 2.13).

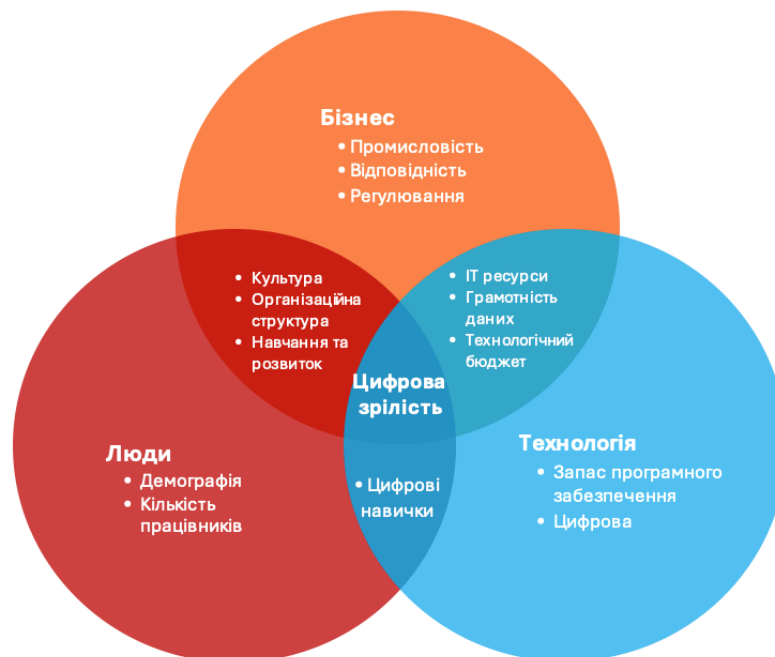


Рис. 2.13. Передумови цифрової зрілості компанії

Джерело: сформовано за [101]

У [102] пропонується методика оцінки цифрової зрілості організації, що відображає її здатність повною мірою використовувати цифрові технології для підвищення своєї ефективності, досягнення поставлених стратегічних цілей і

збереження конкурентоспроможності на ринку. Вона охоплює кілька вимірів: стратегію, процеси, навички, технології і культуру, та ін., а потім гармонізує їх задля ефективного впровадження інновацій та досягнення оптимальної продуктивності. Методику оцінки цифрової зрілості, згідно з [102], наведено в табл. Г.1 Додатка Г.

У [102] також запропоновано визначати цифрову зрілість як здатність організації швидко реагувати на розвиток і мінливі тенденції технологій. Основна увага приділяється створенню цінності за допомогою нових цифрових можливостей задля отримання більш сильних конкурентних переваг. У [102] зазначається, що цифрова зрілість вимагає інвестицій в інструменти та людські ресурси, які можуть найкраще використовувати нові технології.

Згідно з [91] цифрова зрілість оцінюється на основі різних факторів, а саме: здатність компанії впроваджувати інновації за допомогою цифрових технологій; ефективність цифрових процесів; якість управління даними; здатність використовувати аналітику даних для прийняття обґрунтованих бізнес-рішень; здатність йти в ногу з технологічними тенденціями; здатність надавати клієнтам персоналізований та релевантний досвід. У [91] пропонуються ряд інструментів оцінки цифрової зрілості компанії (табл. Г.2 Додатка Г).

Популярними моделями цифрової зрілості компанії, що використовуються з метою оцінки поточного рівня зрілості та надання відповідної дорожньої карти для досягнення цілей цифрової трансформації, є:

- модель цифрової зрілості Google та Бостонської консалтингової групи;
- модель цифрової зрілості Deloitte та TM Forum;
- модель (індекс) цифрового прискорення BCG [101].

У моделі цифрової зрілості Google виділяються чотири етапи, що зосереджені на маркетингу та продажах компанії, а саме:

1. Зародження. На цьому початковому етапі цифрової зрілості компанії основна увага приділяється підвищенню якості даних шляхом об'єднання даних різних служб і відділів.

2. Становлення. На цьому етапі передбачається, що відділи вже інформаційно добре пов'язані між собою, тому основна увага приділяється покращенню досвіду, впровадженню інноваційних технологій і розробці масштабованих стратегій.

3. Узгодження. Цей етап передбачає застосування процесів, керованих даними, для підвищення продуктивності, використання офлайн- та онлайн-даних для стимулювання продажів і досягнення цілей розвитку компанії.

4. Мультимомент. На завершальному етапі оптимізується операційна ефективність по всіх каналах (продажі, маркетинг, ІТ-послуги та ін.), а також використовуються інсайти на основі оцифрованих даних для процесу прийняття рішень (рис. Г. 3 Додатка Г).

Модель цифрової зрілості Deloitte та TM Forum була представлена як перша загальноорганізаційна цифрова модель, що охоплює п'ять основних бізнес-вимірів з 28 підвимірами та 179 критеріями оцінки цифрової зрілості організацій, відстеження прогресу в досягненні їхніх цілей та здійснення ефективних інвестицій на шляху до трансформації. Вимірами моделі є такі: клієнт; стратегія; технологія; операції; організація та культура (рис. Г.4 Додатка Г).

TM Форум було також додано «Дані» шостим виміром для оцінки стратегічної та операційної здатності компанії етично та ефективно використовувати дані та інформаційні активи для максимізації вартості бізнесу.

Deloitte встановлено такі рівні цифрової зрілості: вища зрілість (компанії, що входять до найкращих, – 25 %); середня зрілість (компанії, що знаходяться на середньому рівні, – 54 %); низька зрілість (компанії, що знаходяться на нижньому рівні, – 21 %).

Модель (індекс) цифрового прискорення (DAI) від Boston Consulting Group є потужним діагностичним інструментом, що дозволяє компаніям оцінити свої цифрові можливості та порівняти свої цифрові показники з середньогалузовими показниками, аналогами та кращими у своєму класі цифровими лідерами. Він також оцінює їхню цифрову готовність стати біонічною компанією, об'єднавши нові технології з людськими здібностями для забезпечення зростання, інновацій, ефективності та стійкості [101].

Згідно з моделлю BCG виділяються такі рівні цифрової зрілості: біонічні компанії (значення індексу DAI від 67 до 100), цифрово-професійні (значення індексу – від 44 до 66); компанії, що відстають за рівнем цифровізації (показник DAI менше або дорівнює 43).

DAI передбачено використовувати двома способами:

1. На початковому етапі цифрової трансформації – для так званого «раннього бенчмаркінгу», тобто порівняльного аналізу своєї цифрової зрілості, в 42 категоріях (таких як клієнтські подорожі, цифровий ланцюжок поставок і маркетингова персоналізація).

2. У поєднанні з глибокими оцінками компанії – для порівняльного аналізу своїх можливостей, таких як нове цифрове зростання, технологічні можливості та функції, готові до реалізації у майбутньому [101].

Для успішної цифрової трансформації компанії мають оцінювати та моніторити рівень своєї цифрової зрілості, а також своєчасно вирішувати проблеми, пов'язані з ним. Найбільш поширені виклики цифровій зрілості наведено в табл. Г.3 Додатка Г.

У [104] зазначається, що для вимірювання цифрової трансформації організації чи компанії доцільно використовувати Цифровий індекс, який дозволить отримати цілісне уявлення про рівень її оцифрування. Індекс пропонується використовувати для оцінки того, наскільки компанія оцифрувала свою діяльність у різних напрямках, таких як обслуговування клієнтів, маркетинг, управління персоналом, системи та процеси, а також визначити стадію цифрової трансформації і сфери для вдосконалення.

Загалом пропонується цифровий індекс розроблений для вимірювання зрілості організації в таких сферах, як:

1. Цифрова інфраструктура (оцінюються основні технології, такі як апаратне забезпечення, мережі та рішення для забезпечення безпеки, що використовуються організацією для здійснення цифрової трансформації).

2. Дані (прийняття рішень на основі даних та аналітичні можливості є наріжним каменем будь-якої успішної стратегії оцифрування, тому оцінюється здатність організації збирати, аналізувати та використовувати дані для створення інсайтів і створення цінності).

3. Цифровий досвід (якість клієнтського досвіду вважається ключовим фактором залучення користувачів, тому оцінюється здатність організації створювати цікавий досвід для своїх клієнтів через такі канали, як мобільні додатки, вебсайти й інші засоби масової інформації) [63].

Також відомою є матриця цифрової зрілості MIT&Cargemini, що являє собою класичну матрицю 2×2 з чотирма різними типами підходів до стимулювання цифрової зрілості компанії. По осі X в цій матриці вимірюється інтенсивність управління трансформацією, а по осі Y – інтенсивність цифровізації (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Модель цифрової зрілості MIT & Cargemini

Джерело: [84; 105]

Характеристику компаній, що потрапляють до зазначених у рис. 2.14 квадрантів матриці, наведено в табл. Г. 4 Додатка Г.

Digital Transformation Research Database of Listed Companies in China, у співпраці між базою даних CSMAR та дослідницькою групою Intelligent Business and Tech Firm Management зі Східнокитайського педагогічного університету, розробила цифровий індекс підприємств, який надає комплексну оцінку цифрової трансформації, базуючись на текстовому аналізі даних. Цей індекс враховує шість вимірів: стратегічне керівництво, технологічний розвиток, розширення організаційних можливостей, екологічна підтримка, цифрові результати та цифрові додатки. На додаток до вимірювання частоти слів, база даних включає об'єктивні показники, такі як інвестиції в цифровий капітал і винаходи, а також патентні заявки в різних галузях. Ці об'єктивні показники дають більш точне і комплексне відображення рівня корпоративної цифровізації, що виходить за рамки текстового аналізу і включає в себе реальні показники інвестицій та інновацій [79].

Отже, наразі існують різні підходи до вимірювання цифровізації та цифрової зрілості компаній та організацій. Найчастіше наявні підходи до вимірювання зазначених процесів базуються на зборі відповідної інформації за допомогою анкетних опитувань.

У роботі Zou L. та ін. [79] був проведений масштабний аналіз досліджень практики вимірювання цифровізації компаній. Науковцями зазначено, що метод анкетування наразі є основним методом вимірювання для кількісного вивчення ступеня цифрової трансформації підприємств як у Китаї, так і багатьох зарубіжних країнах.

Деякі особливості сучасних досліджень, спрямованих на вимірювання цифрової трансформації в компаніях із застосуванням методу анкетування, наведено в табл. Г.5 Додатка Г.

Окрім анкетування, для збору інформації про цифрову трансформацію використовуються напівструктуровані інтерв'ю, що являють собою якісний метод аналізу, який базується на ітеративному трирівневому процесі

кодування. Він розпочинається з відкритого кодування або попередньо встановленого кодування термінів, пов'язаних із цифровою трансформацією в інтерв'ю, потім подібні патерни кластеризуються для створення осьового кодування, і, нарешті, застосовується вибіркове кодування для виокремлення основних категорій [79].

Метод анкетування, незважаючи на його широке використання та доволі важливе місце в проведенні досліджень з цифрової трансформації, має певні недоліки, пов'язані з таким:

- хоча він і дозволяє прояснити основні аспекти стану досліджуваного процесу шляхом постановки цільових запитань, але відсоток і якість відповідей, рівень охоплення анкетуванням можуть бути низькими;
- постановка питань і відповіді респондентів певною мірою залежать від суб'єктивних факторів та особливостей;
- ефективний моніторинг цифрової трансформації в часі може бути досить складним за допомогою лише анкетування.

Ще одним підходом для збору та аналізу інформації стосовно цифровізації компанії є аналіз кількісної статистики (фінансових і нефінансових даних). Фінансові дані доступні у фінансовій звітності компанії. Як зазначається в [79], для вимірювання ступеня цифрової трансформації досить широко використовується такий фінансовий показник, як інвестиції в цифрові активи.

Серед нефінансових даних науковцями використовуються досить різноманітні показники. Так, у роботі [99] науковці дослідили рівень цифрових результатів на підприємствах, використовуючи кількість авторських прав на програмне забезпечення, пов'язане з цифровими технологіями. Liu Z. та ін. [111], досліджуючи стан оцифрування в різних галузях, використали показники інвестицій в апаратне та програмне обладнання, витрати на електронну інформацію та мережі як індикатори оцифрування в категоріях інформаційного обладнання та інформаційних інформаційного обладнання та інформаційних мереж відповідно. Також науковцями застосовано показники

оцінки оцифрування компаній, орієнтовані на операційні процеси, серед яких: рівень використання комп'ютерів працівниками, рівень продажів продуктів через Інтернет та використання інструментів планування ресурсів підприємства (ПРП). Ці показники дозволили оцінити, наскільки оцифрованими були операційні процеси в компаніях. Не М. та ін. [112] дослідження цифрової трансформації компаній побудували на даних щодо інвестицій в цифрове обладнання та програмне забезпечення. Схожий підхід був застосований в роботі Guo J. та ін. [113], де науковцями було запропоновано вимірювати цифрові інвестиції відношенням чистої вартості інвестицій в програмне та апаратне обладнання до загальної вартості чистих активів.

Як зазначено в [79], використання числових даних для кількісного аналізу забезпечує об'єктивний та інтуїтивно зрозумілий об'єктивний підхід до вимірювання цифрової трансформації. Однак важливим є врахування специфічних особливостей компаній різних галузей стосовно діючих у них бізнес-моделей, застосовуваних технологій, ринкового середовища та ін., оскільки дані щодо компаній різних сфер діяльності можуть суттєво відрізнятися. Отже, історичні дані, зібрані в одній галузі, не можуть бути безпосередньо застосовані до аналізу ситуації в іншій. З огляду на різноманітність галузей та компаній, вимірювання цифрової трансформації вимагає гнучкості та вибору відповідних методів дослідження виходячи з наявності даних та реалістичності індикаторів. Тому важливим напрямом сучасних досліджень є розробки моделей цифрової зрілості з об'єктивними та чіткішими методами оцінки [79; 95].

Загалом високий рівень цифрової зрілості надає цілий ряд переваг компаніям. Так, згідно з аналітикою Deloitte, компанії з вищим рівнем цифрової зрілості отримують кращі бізнес-результати та демонструють утримі вище зростання доходів, ніж ті, що мають низький рівень зрілості (рис. 2.15) [101].

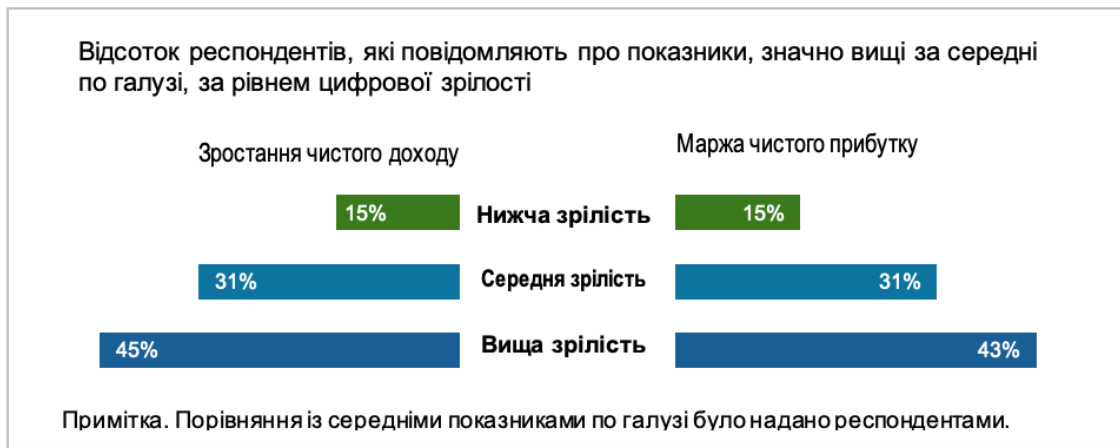


Рис. 2.15. Порівняння показників компаній з різними рівнями цифрової зрілості

Джерело: сформовано автором за [101] на основі даних Deloitte

Окрім того, додатковими перевагами цифрової зрілості є такі:

- вища ефективність бізнес-процесів. Наприклад, страховий гігант Guardian Life зміг скоротити витрати і забезпечити більш гнучкий підхід до управління змінами шляхом перенесення понад 200 додатків у хмару;
- підвищення якості продукції шляхом отримання своєчасної якісної аналітики через оцифрування цінних даних. Наприклад, компанія Rolls-Royce аналізує дані з датчиків реактивних двигунів, які вона виробляє, задля підвищення їхньої паливної ефективності, а також підвищує безпеку, прогножуючи необхідність проведення ремонтних робіт [101];
- підвищення задоволеності наявних клієнтів та охоплення нових шляхом узагальнення єдиного клієнтського досвіду через цифровізацію даних і можливостей надання персоналізованих рекомендацій;
- підвищення кваліфікованості працівників. Ініціативи з цифрової трансформації майже завжди вимагають підвищення цифрової кваліфікації співробітників, що стимулює розвиток їх креативності та більшу обізнаність і компетентність.

Згідно з опитуванням KPMG, проведеним серед керівників виробничих компаній, майже дві третини з них стверджують, що «гнучкість є новою

валютою бізнесу», і кожен третій погоджується, що їхня організація намагається йти в ногу з технологічними інноваціями. Майже 80 % компаній в тому чи іншому вигляді здійснюють цифрову трансформацію, але 90 % з них стикаються з серйозними перешкодами на шляху до успіху [103].

Cesconi F. та ін. [114] зазначено, що, згідно з останніми дослідженнями, 70 % цифрових трансформацій не досягає своїх цілей. І найбільш проблемним є те, що розуміння неуспішності ініціативи з цифрової трансформації приходить наприкінці проведеного процесу, коли вже важко виміряти та виправити зроблені помилки. Автори пов'язують це з тим, що майже у половини всіх директорів компаній, що проводять цифрові трансформації, немає показників їх успішності, за якими можна було б судити про їх переваги або очікувані результати.

Цифрова трансформація передбачає інтеграцію цифрових технологій у всі сфери бізнесу, що призводить до фундаментальних змін у його функціонуванні та наданні цінності своїм клієнтам [115; 116].

Згідно з [117] процес управління цифровою трансформацією стосується стратегій, планування та координації всіх її процесів, спрямованих на удосконалення її бізнес-моделі компанії та зміни корпоративної культури.

Проблематика управління цифровою трансформацією є наразі дуже актуальною. Освітніми установами пропонуються відповідні навчальні програми, що готують менеджерів по цифрових трансформаціях, наприклад [117–121] та ін. Також проблемам управління цифровими трансформаціями присвячують свої дослідження багато зарубіжних і вітчизняних науковців, причому такі дослідження охоплюють різні сфери економіки.

Так, Pires C. [122] присвячено свою роботу аналізу інноваційних ІКТ та проблем їх інтегрованості в послуги електронного урядування та електронного бізнесу, а також вивченню питання «Чи дають міжнародні рекомендації щодо електронного урядування, цифрового управління та стратегії управління цифровою трансформацією підприємства успішні результати?». Дослідження Подденежного О. [123] та Вакалюк Т. та ін. [124] присвячені питанням

управління цифровою трансформацією освіти. Міщенко В. та ін. [125] досліджено напрямки вдосконалення стратегічного управління цифровою трансформацією економіки України. Сторожиловою У. та ін. [126] розглянуто проблеми управління цифровою трансформацією економіки в глобальному та регіональному розрізах (зокрема в ракурсі перспектив для причорноморського регіону України). Дослідження Коваленко С. В. [127] присвячено механізмам державного управління цифровою трансформацією територіально-економічних систем. У роботі Овчиннікової В. та ін. [128] досліджено складові процесу управління цифровою трансформацією бізнесу, до яких віднесено: структурні зміни та зміни у створенні цінності; цифрові технології; динамічні можливості; поведінка споживача; стратегічне реагування. Невмержицькою С. та ін. [129] окреслено деякі ключові аспекти управління цифровою трансформацією в бізнесі.

Таким чином, проблематика управління цифровою трансформацією розглядається на різних рівнях та відносно різних сфер економіки.

Розглядаючи це питання, доцільно визначити зміст поняття «управління цифровою трансформацією підприємства».

Згідно з [130] управління цифровою трансформацією є комплексним підходом до впровадження та контролю цифрових змін у компаніях чи організаціях. На відміну від цифрової стратегії, що зосереджена на плануванні та узгодженні певних цифрових ініціатив, управління цифровою трансформацією спрямовано на розробку процесу змін і забезпечення ефективного запровадження цих ініціатив задля забезпечення стійкої доданої вартості для компанії чи організації.

Процес управління загалом передбачає вплив на об'єкт з метою зміни його стану або форми. Процес управління – це певна сукупність управлінських дій, пов'язаних із виявленням проблем, пошуком і організацією виконання прийнятих задля їх вирішення рішень [131].

В англomовних джерелах для опису зазначених процесів використовуються поняття «менеджмент», «менеджмент цифрової трансформації».

Вважається, що поняття «управління» є ширшим, оскільки використовується щодо різних видів людської діяльності. А поняття «менеджмент» є синонімом терміну «управління» за своїм змістом, але значення його є вузьким, і воно частіше використовується відносно до управління соціально-економічними процесами на рівні підприємств.

Водночас виходячи з того, що «управління – це цілеспрямована дія на процеси, об'єкти, системи з метою збереження їхньої сталості або переведення з одного стану в інший, згідно з поставленими цілями» [132], поняття «управління цифровою трансформацією підприємства» в україномовному варіанті є коректнішим.

У процесі управління реалізується ряд функцій. Найбільш часто в економічній літературі їх виділяють від чотирьох до шести. Серед них: планування, організація, мотивація, контроль, координація (регулювання), облік та аналіз. Успішне управління цифровою трансформацією має реалізувати всі з них.

Необхідно зазначити, що управління цифровою трансформацією підприємства тісно пов'язано з управлінням змінами.

Управління змінами являє собою системний підхід, що застосовує спеціальні інструменти, ресурси та знання для мінімізації негативних наслідків певних переходів (змін). Управління ж організаційними змінами – це процес їх спрямування до успішного досягнення поставленої мети, який зазвичай містить три основні фази: підготовку, впровадження та подальше виконання [133]. Згідно з [134] управління змінами – це процес постійного корегування діяльності організації, відновлення її структури та пошуку нових можливостей.

На рис. Г.5 Додатка Г наведено узагальнювальні характеристики поняття «зміна» в науці.

Виділяються три основні типи змін, які стосуються розвитку підприємства:

- розвивальні (коли певний стан або ситуація не має бути змінений повністю, але потребує поліпшення);
- перехідні (коли підприємство намагається ввести нову «фазу» організації, змінити певні процедури роботи);
- трансформаційні (вони часто є результатом перехідних змін і передбачають перехід до нової фази зростання організації) [136].

Отже цифрова трансформація є найбільш комплексним і складним напрямком змін на підприємстві.

Ефективне управління цифровою трансформацією вимагає глибокого розуміння бізнес-цілей організації, її сильних і слабких сторін, а також цифрових технологій, які можуть допомогти їй досягти поставлених цілей [137].

У [137] пропонуються такі етапи управління цифровою трансформацією:

1. Оцінювання. Передбачає оцінку наявних бізнес-операцій, процесів і технологічної інфраструктури організації, оцінку сильних і слабких сторін, можливостей і загроз організації задля визначення сфер для цифрової трансформації.

2. Розробка стратегії цифрової трансформації, що відповідає бізнес-цілям організації. Передбачає визначення ключових напрямків та ініціатив, які сприятимуть зростанню організації, її ефективності та досвіду клієнтів.

3. Розробка комплексної дорожньої карти, що окреслює кроки та часові рамки, необхідні для впровадження стратегії.

4. Реалізація ініціатив з цифрової трансформації. Передбачає розробку нових бізнес-процесів, налаштування та інтеграцію нових технологій, а також навчання кадрів.

5. Моніторинг та оцінка. Передбачає відстеження KPI, пов'язаних із цифровою трансформацією, оцінку впливу ініціатив ефективність діяльності організації.

6. Безперервне вдосконалення.

Виділяється також ряд інструментів управління цифровою трансформацією, серед яких:

1. Оцінювання цифровізації та цифрової зрілості.
2. Структури цифрової трансформації (до них відносяться інструменти, що забезпечують структурований підхід до цифрової трансформації, пропонуючи набір рекомендацій, найкращих практик, шаблонів і схем для розробки та реалізації стратегії трансформації).
3. Інструменти управління проєктами цифрової трансформації.
4. Інструменти для співпраці та спілкування між членами команди та зацікавленими сторонами.
5. Інструменти аналітики та бізнес-аналітики.
6. Інструменти управління змінами (включають інструменти для передачі інформації, забезпечення навчання та залучення співробітників до процесу трансформації) [137].

Як було розглянуто вище, одними з основних сфер цифрової трансформації всередині організації, на які можуть вплинути цифрові технології, є: клієнтський досвід, бізнес-операції, бізнес-моделі, персонал, технології.

Отже, компанії стикаються з різноманітними проблемами при управлінні цифровою трансформацією, серед яких однією з найбільш важливих є оцінка самого процесу її проходження. Без такої оцінки неможливо цілеспрямовано управляти самим цим процесом. Як свідчить проведений вище аналіз, діючі підходи до оцінки цифрової трансформації підприємств потребують подальших досліджень та удосконалення.

2.3. Управління цифровою трансформацією будівельних підприємств на основі технологій інформаційного моделювання будівель

Як було обґрунтовано вище, цифровізація охопила сьогодні всі галузі економіки, але її стан, глибина проникнення, специфіка та роль у розвитку галузей є різною.

Будівництво є тією галуззю, у якій цифровізація поширюється досить швидко, а цифрові технології суттєво змінили та продовжують змінювати виробничі та бізнес-процеси, а також всю діяльність компаній галузі, визначають їх конкурентоспроможність на ринку.

Цифровізація будівництва – це процес переведення всіх процесів у будівництві у цифровий формат і використання сучасних технологій для скорочення термінів та підвищення якості будівництва [138]. Цифровізація будівельної галузі сприяє підвищенню продуктивності, поліпшенню контролю якості, зменшенню кількості помилок і підвищенню безпеки робіт. Крім того, вона здатна допомогти зробити будівництво більш екологічним і стійким [139].

Як зазначають Bousfield L. та ін. [138], переваги переходу до цифровізації будівельної галузі численні. Впровадження цифрової трансформації може сприяти розвитку на різних етапах будівництва, наприклад, вдосконаленню методів тестування та обстеження, проєктування тощо.

Розуміючи це, уряди провідних країн світу приділяють значну увагу питанню цифровізації будівельної галузі. Наприклад, впроваджуючи Індустрію 4.0, уряд Великої Британії визнав переваги, які може забезпечити цифровізація промисловості, і, як наслідок, ним були розроблені різні урядові програми, такі як: Стратегія будівництва на 2016–2020 роки, Програма «Цифрова Британія» та «Будівництво до 2025 року». Стратегією «Будівництво 2025» передбачено, що до 2030 р. ринок цифрових технологій становитиме 200

млрд фунтів стерлінгів на рік, що призведе до збільшення продуктивності на 15 % за умови повсюдного впровадження цифрових технологій. Крім того, уряд створив Центр цифрової забудови Британії (Digital Built Britain), який очолив цифрову трансформацію будівельного сектора у Великій Британії. Digital Built Britain було започатковано Національну програму цифрових двійників (NDTr) разом із Міністерством бізнесу, енергетики та промислової стратегії [138].

Основні причини, що обґрунтовують важливість цифровізації для будівельних підприємств, узагальнено у табл. Д.1 Додатка Д.

Цифровізація будівельної галузі передбачає запровадження комплексу цифрових технологій та інструментів для удосконалення процесів проєктування, будівництва та експлуатації будівель і споруд. Вона може включати в себе використання відповідного програмного забезпечення для моделювання будівель (BIM), датчиків Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), автоматизації процесів та багато ін. [143].

Цифровізація будівництва передбачає використання різних технологій, що допомагають оптимізувати процеси, підвищити продуктивність і якість робіт, знизити витрати. Найбільш перспективними серед них є такі (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Перспективні цифрові технології у будівництві

Технології	Характеристика
1	2
Інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM)	BIM є основою цифрової трансформації будівельної галузі. BIM являє собою метод моделювання будівель та інфраструктури в цифровому вигляді, що охоплює всі їх елементи та характеристики та дозволяє удосконалити процеси та якість проєктування, планування та управління будівництвом. Сутність BIM від початку виникнення цієї технології полягала у створенні цифрової моделі будівлі, яка містить у собі максимум даних про об'єкт будівництва, що сприяє прискоренню його будівництва з імаксимально точними розрахунками, економією ресурсів і часу. Особливість BIM полягає в тому, що будівельний об'єкт проєктується як єдине ціле, а зміна будь-якого одного з його параметрів автоматично змінює інші параметри (до креслень, візуалізацій та окремих деталізацій). Це дозволяє формувати одну або кілька дуже точних віртуальних цифрових моделей будівель для підтримки проєктної, будівельної, виробничої та закупівельної діяльності тощо.

1	2
Дрони та безпілотні літальні апарати (БПЛА)	Дрони використовуються у будівельному секторі для протидії виникненню помилок у проєктуванні та суперечок на різних етапах будівництва шляхом збору точних даних у реальному часі з будівельного майданчика і передачі їх для створення більш точних моделей, які постійно оновлюються. Традиційно дрони використовувалися лише на попередніх етапах будівництва, однак останнім часом вони все ширше використовуються протягом усього життєвого циклу проєкту, оскільки надають актуальні зображення в реальному масштабі, що дозволяє проводити більш точне моделювання. Останнім часом дрони все частіше застосовуються у внутрішньому 3D-картографуванні споруд, де традиційно їх використання було зосереджено на зовнішньому аерофотозніманні. Таке 3D-картографування забезпечує широкий спектр точних зображень, зробити яке інакше було б складно
Технологія блокчейн (Blockchain)	Використання технології блокчейн у будівельній галузі є відносно новою концепцією. Як відомо, блокчейн – це електронне джерело записів, яке надійно зберігається, аутентифікується та підтримується різними сторонами через децентралізовану мережу. Блокчейн зберігає інформацію в блоках і додає її в ланцюжок через заплановані проміжки часу, що формує ланцюжок інформації, який надзвичайно важко спотворити. Отже, Blockchain є технологією, яка дає змогу створювати надійні та захищені бази даних, які не можуть бути змінені або видалені. У будівельній галузі це може бути використано для створення ланцюга поставок, обліку виробництва і контролю якості матеріалів. У будівництві блокчейн реалізується насамперед у вигляді смарт-контрактів, виступаючи в ролі «адміністратора» для всіх сторін договору. Смарт-контракт – це різновид цифрового протоколу, розгорнутого в мережі блокчейн із метою виконання договірних умов. У будівництві зазвичай беруть участь кілька компаній, субпідрядників, постачальників, а всі дані щодо проєкту зберігаються в одному централізованому місці, з якого і здійснюється контроль і керування будівництвом. За допомогою блокчейн-технології дані проєкту можуть відслідковуватися і оброблятися більш ефективно в режимі реального часу та без участі третьої сторони. Таким чином забезпечується прозорість під час процесу будівництва, його відкритість, оптимізується робочий процес. Це сприяє своєчасному прийняттю обґрунтованих рішень, підвищенню ефективності спільної роботи, мінімізації ризиків і спорів. Використання смарт-контракту на основі блокчейну може потенційно усунути потребу в головному підряднику, оскільки смарт-контракти укладаються безпосередньо між усіма відповідними третіми сторонами, що відбувається через «автономний» елемент. Цей елемент дозволяє використовувати алгоритми, які автоматично запускають виконання, перевірку та/або примусове виконання смарт-контракту. Також галузь будівництва стикається час від часу з платіжними спорами в будівельних проєктах та проблемами несплати або несвоєчасної сплати робіт і послуг. Завдяки впровадженню смарт-контрактів технологія блокчейн може стати вирішенням цих платіжних суперечок, оскільки платежі будуть автоматизовані

1	2
Інтернет речей (Internet of Things, IoT)	ІоТ являє собою мережеві технології, що дозволяють під'єднувати до мережі різноманітні пристрої та обладнання, використовувані на будмайданчику (датчики, камери, пристрої автоматичного керування та ін.). Це дозволяє збирати дані в режимі реального часу і використовувати їх для управління будівництвом
Штучний інтелект (Artificial Intelligence, AI)	AI – це сукупність методів і алгоритмів, заснованих на машинному навчанні, що використовуються для автоматизації процесів і прийняття рішень. Основним напрямками використання AI у будівельній галузі є автоматизація проєктування, планування, управління ресурсами та контролю якості
Доповнена та віртуальна реальність (Augmented Reality/Virtual Reality, AR/VR)	AR/VR поєднує у собі технології, що використовуються для створення віртуального середовища і проєкції додаткової інформації на реальні об'єкти. У будівельній галузі їх використання переважно стосується візуалізації проєктів, навчання персоналу, управління процесами будівництва тощо
Робототехніка (Robotics)	Робототехніка та автоматичні машини використовуються на будівництві для виконання різного кола завдань, таких як різання, зварювання, укладання цегли та ін., що допомагає прискорити процес будівництва, зменшити кількість помилок, підвищити безпеку та якість виконуваних робіт
Хмарні технології (Cloud Computing)	Хмарні технології дозволяють зберігати й обробляти дані на віддалених серверах, а не на окремих локальних комп'ютерах, що суттєво підвищує надійність даних та ефективність обчислень. У будівельній галузі ці технології використовуються для зберігання та обміну даними, спільної роботи над проєктами
Програмне забезпечення для автоматизації будівельних компаній	Таке програмне забезпечення розробляється спеціалізованими компаніями та являє собою цифрові рішення, що допомагають керувати всіма процесами будівництва - від управління проєктами до управління ресурсами та фінансами (наприклад ПЗ Dedal CPMS, що охоплює всі основні аспекти будівельного процесу)

Джерело: сформовано автором на основі [138; 139; 144–146]

Окрім основних, наведених в табл. 2.8 цифрових технологій, в будівництві отримують поширення і цілий ряд інших. Так, 3D-друк, як перспективний у довгостроковому періоді метод зведення будівель, також ґрунтується на цифрових технологіях. Розвивається модульне домобудівництво. Все ширше застосовується принцип DIMC (англ. designing for industrialized methods of construction, дизайн для індустріального виробництва), в межах якого в проєкт від самого початку закладаються можливості використання елементів (модулів), виготовлених на цифрових фабриках безпосередньо за інформаційною моделлю будівлі [147].

Всі наведені технології працюють загалом для забезпечення ефективного, безпечного, якісного та сталого будівництва. Проте основою цифрової трансформації будівельної галузі є BIM (англ. Building Information Modeling, інформаційне моделювання будівлі) [138].

Як зазначається у [148], визначально цифрова трансформація в будівельній галузі розпочалася з фундаментального зсуву в бік орієнтації на дані, клієнтоорієнтованість і спільну роботу в будівельних проєктах. Наразі інтеграція оцифрованих процесів на всіх взаємопов'язаних етапах будівництва, від проєктування до технічного обслуговування, адаптація комплексного оцифрування та формування правильної стратегії дозволяють забезпечити вищу продуктивність і більш швидке прийняття рішень. Інформаційне моделювання будівель (BIM) вважається одним із найефективніших цифрових інструментів, здатним суттєво вдосконалити процеси у сфері будівництва.

Поняття інформаційного моделювання будівлі було вперше уведено професором Технологічного інституту Джорджії Eastman Ch. M. у 1975 р. у публікації [149]. Наприкінці 1970-х – початку 1980-х рр. зазначена концепція розвивалася паралельно в Європі і США. Термін же «BIM» вперше з'явився у 1992 р. у роботі van Nederveen G. A. і Tolman F. P. із Нідерландів [150]. Приблизно з 2002 р. концепцію було перейнято розробниками програмного забезпечення і аббревіатура BIM набула широкого розповсюдження у світі [151].

Передумовами для еволюції автоматизованого проєктування будівництва стала потреба в налагодженні ефективної роботи з дуже великими масивами цифрової інформації. Виникли нові класи систем, призначені для організації та координації робіт інженерного персоналу – системи управління даними про виріб (PDM – Product Data Management) і архіви даних. Це склало базис концепції управління життєвим циклом виробу (англ. Product Lifecycle Management, PLM) [152].

Еволюцію інструментів автоматизації проєктування наведено на рис. 2.16.

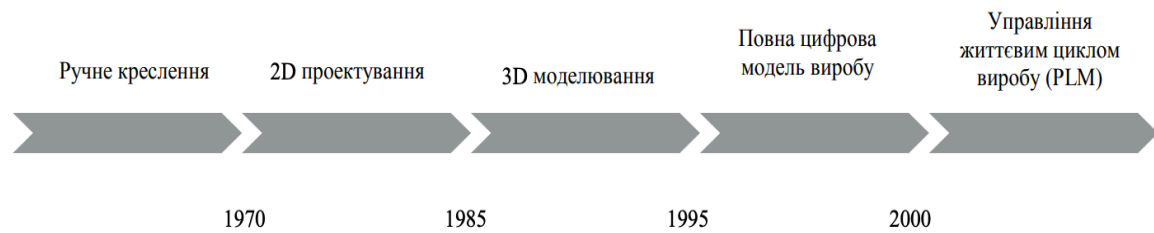


Рис. 2.16. Еволюція інструментів автоматизації проєктування

Джерело: [152]

BIM являє собою комплекс технологій та є наслідком еволюції систем імітаційного моделювання. BIM реалізує комплексний підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі. Це передбачає збирання та комплексну обробку в процесі проєктування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, фінансової та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками та залежностями. BIM будівлю і все, що до неї відноситься, розглядає як єдиний об'єкт, що проєктується як єдине ціле, і зміна будь-якого його параметра тягне за собою автоматичну зміну всіх інших параметрів і об'єктів, креслень, візуалізацій, специфікацій, графіка будівництва на всіх етапах життєвого циклу [47].

На рис. 2.17 наведено життєвий цикл виробів і будівель із погляду концепцій PLM і BIM.

BIM являє собою поєднання передових ідей та цифрових технологій для цифровізації будівельної галузі та пропонує величезний потенціал для неї, реалізуючи управління повним життєвим циклом будівель у цифровому форматі, від проєктування до обслуговування [153]. BIM швидко стає стандартною практикою у будівельній галузі та швидко поширюється в різних країнах світу саме через те, що вона є першою глобальною цифровою технологією будівництва.



Рис. 2.17. Життєвий цикл виробів і будівель із погляду концепцій PLM і BIM

Джерело: [152]

Сьогодні рентабельність інвестицій у будівництві зростає разом із запровадженням процесів і стандартів BIM [154]. У сучасному будівельному ландшафті BIM вважається стрижнем прогресу, зразком інновацій у галузі архітектури, інженерії та будівництва [148].

BIM лежить в основі цифрової трансформації в будівництві, допомагаючи підприємствам галузі управляти інформацією протягом усього життєвого циклу будівельного проєкту та пов'язуючи дані по всьому ланцюжку створення вартості. Протягом життєвого циклу розробляється детальний опис кожної частини будівлі, використовуючи поєднання 3D-технологій, структурованих даних і методів спільної передачі [154].

BIM підтримується фізичними та цифровими технологіями четвертої промислової революції – Industry 4.0, що охоплюють низку проблем від механізації, автоматизації, цифровізації, створення мереж до мініатюризації. [155; 156]. Як зазначає De Luca D. та ін. [157], великі дані та ефективне управління ними вимагають впровадження інноваційних методологій, щоб

зробити їх структуру зрозумілою та узгодженою з різними цілями та завданнями. З цієї причини інформаційне моделювання будівель (BIM) можна представити як технологічний процес, здатний оптимізувати зв'язок між реальним і віртуальним світами. Цей внесок зосереджений, зокрема, на використанні BIM як сховища різних типів даних і, таким чином, цифрової колекції даних промислових будівель протягом їх життєвого циклу. Методологія BIM є також кіберфізичною системою для розробки нових сценаріїв енергоефективності та внутрішньої логістики для оптимізації виробництва.

На рис. 2.18 наведено сфери, що охоплює BIM, та їх зв'язок з Industry 4.0.

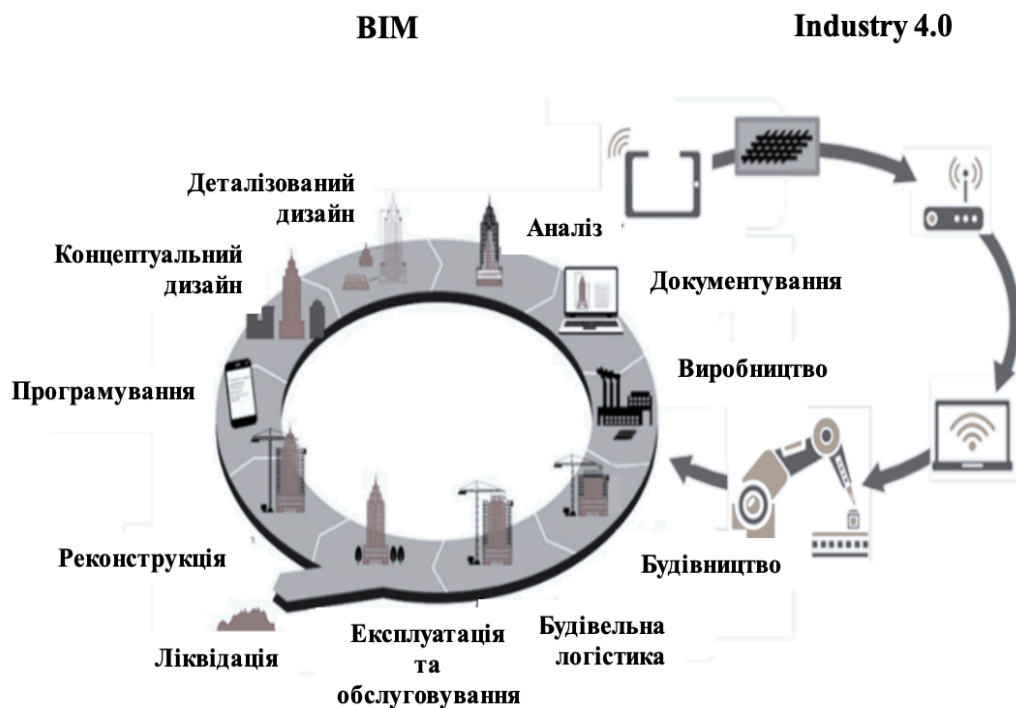


Рис. 2.18. Сфери, що охоплює BIM у будівельній галузі

Джерело: [148]

Концепція BIM вже пройшла досить великий шлях розвитку. На цей час проекти можуть бути реалізовані на основі різних рівнів BIM (від 0D до 7D), що спираються на певні набори критеріїв і демонструють різні рівні «зрілості» (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Рівні BIM та їх характеристика

Рівень	Характеристика
1	2
0D BIM	0D BIM означає повну відсутність спільної роботи. На цьому рівні передбачається робота з 2D CAD (англ. Computer-Aided Design, комп'ютерне проектування), кресленнями та/або цифровими відбитками
1D BIM	1D BIM передбачає застосування 3D CAD для концептуальної роботи, але 2D – для складання виробничої інформації та іншої документації. На цьому рівні керуються стандартом ISO 1192:2007, а електронний обмін даними здійснюється із загального середовища даних (CDE, англ. Common Data Environment), яким зазвичай керує підрядник. Цей рівень не передбачає особливої співпраці, кожна зацікавлена сторона проекту висвітлює власні дані та керує ними
2D BIM	2D BIM передбачає додавання середовища для співпраці. На рівні 2D BIM усі члени команди використовують 3D-моделі CAD, але іноді не в одній моделі. Проте спосіб, у який зацікавлені сторони проекту обмінюються інформацією, відрізняє його від інших рівнів. Інформація про дизайн вбудованого середовища передається через загальний формат файлу, і коли фірми поєднують це зі своїми власними даними, це дозволяє зекономити час та зменшити витрати. При такому обміні даними програмне забезпечення системи автоматизованого проектування (САПР) має можливість експорту в загальний формат файлу, наприклад IFC (англ. Industry Foundation Class) або COBie (англ. Construction Operations Building Information Exchange)
3D BIM	3D BIM ще більше сприяє співпраці. Він передбачає замість роботи кожного учасника проекту над своєю власною 3D-моделлю використання єдиної спільної моделі проекту, яка існує в «центральному» середовищі. При цьому кожен має можливість отримати до неї доступ і внести зміни. В цьому випадку йдеться про Open BIM, що означає додавання ще одного рівня захисту від конфліктів та суперечностей, а також більшої цінності проекту на кожному етапі. 3D-моделі вважаються свого роду відправною точкою, вони дають можливість математичного опису просторових зв'язків і дублювання об'єктів. Перевагами 3D BIM є: краща 3D-візуалізація всього проекту; полегшена співпраця між учасниками проекту; спрощене спілкування та розуміння загального дизайну; скорочення витрат на доопрацювання на кожному етапі проекту
4D BIM	4D BIM передбачає внесення нового елемента в інформаційну модель: час. На цьому рівні включається інформація про часові дані планування, що допомагають визначити час, необхідний на кожен етап проекту
5D BIM	5D BIM додає до інформаційної моделі оцінки витрат та аналіз бюджету. Цей рівень дозволяє власникам проекту відстежувати та визначати витрати, що будуть протягом усього життєвого циклу будівлі
6D BIM	6D BIM передбачає врахування інформації, необхідної для розрахунку енергоспоживання будівлі до початку її будівництва, задля врахування розробниками та дизайнерами не лише початкових енерговитрат. 6D BIM забезпечує точне прогнозування потреб у споживанні енергії та дає можливість зацікавленим сторонам будувати енергоефективні та стійкі будівлі

1	2
7D BIM	7D BIM додає до інформаційної моделі, окрім всіх елементів моделей попередніх рівнів, дані про систему управління інфраструктурою. Перевагами рівнів 4D-7D BIM є: ефективніше планування ділянки та самої будівлі; ефективніша передача інформації між етапами будівництва; візуалізація витрат у реальному часі; спрощений аналіз витрат; зменшення споживання енергії в довгостроковій перспективі; краще оперативне управління будівлею або спорудою після її передачі в експлуатацію

Джерело: узагальнено автором на основі [152; 158–161]

Таким чином, найбільш перспективними та сучасними є технології BIM від 4D до 7D, де:

- 4D – дозволяють створювати віртуальну модель будівлі з планами побудови та можливістю контролю за цим процесом, одночасно з його візуалізацією в часі;
- 5D – створюють можливість розробки більш точної кошторисної документації, мінімізації помилок, а також контролю всіх витрат на будівництво;
- 6D – спрямовані на дотримання принципів сталого розвитку в будівельному процесі, вже на фазі проєктування дозволяють оцінити майбутню будівлю з точки зору ефективності енергозбереження, передбачити можливість використання сонячної енергії тощо;
- 7D – ґрунтується на Facility Management, що передбачає управління будівельним об'єктом разом із інфраструктурою протягом всього його життєвого циклу [48, 51].

Реалізація зазначених технологій забезпечується відповідним програмним забезпеченням. Найбільш поширені програмні комплекси, що підтримують BIM та їх особливості, наведено в табл. 2.10.

Наведене в табл. 2.10 програмне забезпечення відрізняється функціоналом, що ним пропонується, складністю, сумісністю з іншими ПК та додатками, ціною та, відповідно, популярністю і поширенням.

Таблиця 2.10

**Найбільш поширені програмні комплекси, що підтримують BIM,
та їх особливості**

Програмні комплекси	Особливості
1	2
AutoCAD (продукт компанії Autodesk)	Програмний комплекс (ПК), що дозволяє автоматизувати проектування об'єктів будівництва. Хмарне програмне забезпечення AutoCAD (Autodesk BIM CollaboratePro) для BIM сприяє співпраці та керуванню проектуванням, допомагає командам упорядковувати дані проекту, мати вільний доступ до нього всім учасникам, працювати у режимі реального часу. Найбільшою перевагою ПК є те, що він має гарні бібліотеки проєктних рішень та наборів інструментів, призначених для архітекторів, конструкторів, інженерів, які розробляють спеціалізовані частини проєкту, а також базу віртуальних об'єктів, надає розширені функції і бібліотеки для різних потреб команди управління проєктом будівництва. Перевагами ПК є також значне поширення, наявність багатьох форматів файлів, які дають змогу відкривати проєкт у інших програмах, можливість інтеграції із іншими програмами (Revit, Civil 3D, Plant 3D)
Autodesk Revit (продукт компанії Autodesk)	Рішення для BIM, що дозволяє співпрацювати архітекторам, інженерам, постачальникам матеріалів, має багато готових шаблонів і допомагає створювати власні бібліотеки об'єктів. Його можна використовувати для управління будівництвом протягом усього життєвого циклу будівельного проєкту
Autodesk BIM 360 (продукт компанії Autodesk)	Платформа, що призначена для об'єднання проєктних команд, дозволяє отримувати дані і керувати проєктом протягом усього його життєвого циклу
Navisworks (продукт компанії Autodesk)	ПК для перегляду проєктів використовується для покращення координації проєктів BIM, дозволяє створювати 3D-проєкції, інтегрувати інструменти AutoCAD, Revit, Civil 3D, Plant 3D. Також ПК дозволяє керувати проєктами і пропонує два продукти: Manage і Stimulate. NavisManage реалізує 5D-моделювання (надаючи можливість керувати витратами проєкту і часом, виявляти невідповідності)
Infurnia	ПК, призначений для архітекторів, що використовують BIM при створенні проєктів. Базується на хмарних технологіях, що дозволяє використовувати дані, а не окремі файли, та вирішує ряд проблем (із сумісністю різних форматів файлів, доступом різних користувачів із різних точок доступу та ін.). Також ПК дозволяє прораховувати вартість проєкту та витрати матеріалів, але використовується здебільшого для дизайну приміщень і має простіший, обмежений функціонал порівняно з попередніми ПК
Vectorworks Architect	ПК орієнтований здебільшого на дизайнерів і архітекторів, дозволяє розробляти і редагувати проєкт у реальному часі. Дає змогу працювати з будівельним проєктом протягом усього життєвого циклу: від концептуального проектування до узгоджених BIM-моделей і будівельної документації

1	2
ALLPLAN	ПК включає в себе рішення і моделі, що можуть використовуватися протягом всього процесу проєктування (від початкової його ідеї до створення робочих креслень, 3D-макета, розрахунку вартості)
TeklaBIMsight	ПК являє собою безкоштовне програмне рішення, що дозволяє реалізувати як керування зведенням об'єкта, так і управління здійсненням окремих технологічних процесів, поєднувати модель будівництва з реальними даними з будмайданчика, обраховуючи обсяги і вартість ресурсів, терміни постачання і будівництва
Trimble Connect	ПК дозволяє підключати членів команди до відповідних даних і є безкоштовним інструментом для індивідуальних користувачів
DataCAD	ПК на базі Windows, що дозволяє архітекторам, інженерам і будівельникам створювати креслення, проєктувати, 3D моделювати та готувати документи, забезпечує інтеграцію з інструментом 3D-моделювання SketchUp для розробки виробничих креслень і моделей. Також ПК пропонує фотореалістичну візуалізацію і асоціативне визначення розмірів

Джерело: [162; 163]

Наприклад, згідно з проведеним Дубініним Д. опитуванням [162], серед українських проєктних і будівельних компаній найбільш популярними є програми AutoCAD і ArchiCAD (їх застосовували відповідно 100 % і 92 % з опитаних підприємств). Серед ПК, що дозволяє інтегрувати креслення у BIM-моделі, найбільш поширеними є AutodeskRevit (81 %) і ALLPLAN (83 %) [162].

Отже, технологія BIM має вирішальне значення для будівельних компаній. Вона об'єднує раніше фрагментований ланцюжок створення вартості, забезпечуючи передачу даних від етапу проєктування до інжинірингу, будівництва, експлуатації тощо [154].

Фактично BIM реалізує цифрову трансформацію будівельної галузі, що дозволяє оптимізувати не лише процеси перед будівництвом, а й будівництво на об'єкті, і ще більше мінімізує відходи протягом життєвого циклу проєкту [148]. BIM дозволяє також всім зацікавленим сторонам мати доступ до всіх даних проєкту в режимі реального часу, забезпечуючи повну прозорість і контроль проєкту через хмарне середовище даних. Цифровізація з BIM покращує доступність даних завдяки системній інтеграції, полегшуючи контроль якості та технічне обслуговування. Таким чином, BIM дозволяє

створити комплексну цифрову платформу з доступними інструментами та аналітикою даних, яка ще більше оптимізує процеси, зменшує кількість помилок і покращує комунікацію та співпрацю між зацікавленими сторонами [148].

Цифрова трансформація будівельних підприємств на базі BIM є головним важелем управління цим процесом.

Висновки до розділу 2

На основі проведеного у розділі дослідження одержано такі наукові результати теоретичного та прикладного характеру:

1. Визначено зміст понять «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація», а також взаємозв'язок зазначених процесів. Обґрунтовано, що вони являють собою три основні етапи впровадження цифрових технологій в компаніях, де цифрова трансформація є заключним етапом і результатом запроваджених цифрових перетворень.

2. За результатами дослідження генези розвитку досліджень у сфері цифрових трансформацій шляхом бібліометричного аналізу наукових публікацій, проіндексованих у наукометричній базі даних Scopus із використанням інструментарію VOSviewer, виявлено таке:

- кількість публікацій у цій сфері в останні п'ять років зростала високими темпами, що пов'язано зі стрімким розвитком ІКТ і цифрових технологій;

- термін «цифрова трансформація» (digital transformation) має міждисциплінарний характер і використовується в дослідженнях з бізнесу, менеджменту, соціальних і комп'ютерних наук, інженерії, енергетики, екології;

- лідерами за кількістю публікацій, що індексуються в Scopus і містять термін «digital transformation», є Китай, США, Німеччина, Велика Британія;

– найбільш вживаними ключовими словами в публікаціях із цифрової трансформації є: цифрова трансформація (Digital Transformation), цифровізація (Digitalization), Індустрія 4.0 (Industry 4.0), інновація (Innovation), цифрові технології (Digital Technologies);

– основними кластерами, що характеризують ключові напрями досліджень у сфері цифрової трансформації, є такі: 1 – охоплює публікації з проблем цифрової трансформації підприємства, його бізнес-процесів, чинників впливу на ефективність цифрової трансформації; 2 – публікації з ІКТ, цифрових технологій, впровадженню цифрових інструментів; 3 – публікації, у яких зосереджено увагу на виявленні шляхів розвитку цифрової трансформації і його впливу на освіту, послуги, людський капітал, інфраструктуру; 4 – публікації, в центрі уваги яких знаходяться питання бізнес стратегій, цифрових можливостей, продуктивності, машинного навчання, організаційної культури та готовності до сприйняття трансформацій; 5 – публікації з питань розвитку цифрової економіки, визначення шляхів зростання, інноваціям, екології, виробництву, ризикам для економіки загалом; 6 – публікації з обґрунтування інноваційної стратегії компанії;

– на основі хронологічного аналізу публікаційної активності виявлено інтенсивний розвиток наукових досліджень у 2021–2024 роках. У 2021–2022 рр. більшість публікацій була акцентована на ІКТ, цифрових технологіях, реалізації цифровізації. У 2023 рр. спостерігалася активність досліджень за напрямками впровадження інновацій, цифрової трансформації, бізнес-моделі компанії та її бізнес-процесам. У 2023–2024 рр. в центр уваги науковців увійшли проблеми корпоративного управління, зелених інновацій, цифрових фінансів, ризиків цифрової трансформації.

3. На основі узагальнення та аналізу підходів науковців і практиків до визначення сутності поняття «цифрова трансформація» підприємства запропоновано таке його тлумачення: послідовна реалізація на підприємстві стратегічних змін, що передбачають запровадження цифрових технологій у всіх його бізнес-процесах задля їх оптимізації, а також глибоку інтеграцію

цифрових технологій в систему організації та управління діяльністю підприємством, з метою підвищення його продуктивності та конкурентоспроможності на ринку.

4. Виявлено, що цифровізація розглядається науковцями та практиками на різних рівнях економіки (макро-, мезо-, мікро-) відносно різних сфер і процесів (економічних, соціальних, безпекових та ін.) та визначено існуючі рівні цифровізації та відповідні ним виміри аналізу та оцінки.

5. Узагальнено наявні підходи та інструментарій оцінки рівня цифровізації.

6. Доведено, що управління цифровою трансформацією підприємств базується на оцінці рівня його цифровізації та цифрової зрілості, що є рушійною силою та запорукою успіху ініціатив щодо цифрової трансформації. Узагальнено наявні підходи до оцінки цифровізації та цифрової зрілості, виявлено ключові сфери діяльності підприємства, по яких вони мають аналізуватися.

7. Обґрунтовано, що існують різні підходи до вимірювання цифровізації та цифрової зрілості підприємств. Найчастіше наявні підходи до вимірювання зазначених процесів на мікрорівні (підприємства) базуються на експертних опитуваннях шляхом проведення анкетування.

8. Доведено, що проблематика управління цифровими трансформаціями є наразі дуже актуальною, що проявляється у значному поширенні навчальних програм, що готують менеджерів по цифрових трансформаціях, та стрімкому розвитку наукових і прикладних досліджень у цій сфері.

9. Визначено, що управління цифровою трансформацією є комплексним підходом до впровадження та контролю цифрових змін на підприємствах та тісно пов'язано з управлінням змінами. Узагальнено етапи й інструменти управління цифровою трансформацією, а також сфери цифрової трансформації всередині підприємства, на які можуть вплинути цифрові технології, до яких віднесено: клієнтський досвід, бізнес-операції, персонал, технології, бізнес-модель.

10. На основі аналізу існуючих підходів до управління цифровою трансформацією підприємства доведено необхідність їх удосконалення. Обґрунтовано, що компанії стикаються з різноманітними проблемами при управлінні цифровою трансформацією, серед яких однією з найбільш важливих є оцінка самого процесу її проходження, без такої оцінки неможливо цілеспрямовано управляти самим цим процесом.

11. Визначено, що будівництво є галуззю, в якій цифровізація поширюється досить швидко, а цифрові технології суттєво змінили та продовжують змінювати виробничі та бізнес-процеси, а також всю діяльність компаній галузі, визначаючи їх конкурентоспроможність на ринку.

12. Виділено найбільш перспективні цифрові технології в будівництві й обґрунтовано, що основою цифрової трансформації будівельної галузі є технології інформаційного моделювання будівель (BIM), що підтримуються фізичними та цифровими технологіями Industry 4.0.

13. Доведено, що цифрова трансформація будівельних підприємств на базі BIM є головним важелем управління цим процесом.

Основні наукові результати розділу оприлюднені у публікаціях автора [10; 56; 92; 139; 161].

Перелік використаних джерел до розділу 2

1. Kyzym M., Khaustova V., Reshetnyak O., Danko N. Significance of developmental science under assimilation of the digitalization of the Ukrainian economy. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020. Vol. 29 (6). P. 1037–1042. URL: <http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/9167>

2. Khaustova V., Ilyash O., Smoliar L., Bondarenko D. Digitalization and Its Impact on the Development of Society. In Sobczak-Michalowska, M., Borah, S., Polkowski, Z., Mishra S. (Eds.), *Applications of Synthetic High Dimensional Data*, IGI Global, 2024. P. 54–76.

DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1886-7.ch004>

3. Lankshear C., Knobel M. Digital literacies: concepts, policies and practices. Publisher: Peter Lang Publishing. Ed. Colin Lankshear & Michele Knobel, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/291334632_Digital_Literacies_Concepts_Policies_and_Practices_Cover_plus_Introduction

4. Що таке цифрова трансформація? // ZFORT БЛОГ. URL: <https://www.zfort.com.ua/blog/sho-take-cifrova-transformaciya>

5. Бригадир В. Вплив діджиталізації на суспільний добробут населення країни. *Міжнародні відносини. Серія Економічні науки*. 2019. № 20 Т. 1. С. 79–81.

6. Цифрова трансформація // Вікіпедія – вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F

7. Ільєнко О. В., Пасик-Косарева Н. О. Цифровізація чи цифрова трансформація, як теоретико-методологічна платформа розвитку електронного урядування. *Наукові перспективи*. 2022. № 6 (24).

DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-6\(24\)-92-102](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2022-6(24)-92-102)

8. Hamza A., Gibreel Musa Saleh H. Navigating the Digital Wave: Mapping the Research Trends of Digital Finance (Fintech) Through a Bibliometric Lens. *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies*. 2024. № 4 (3). P. 32–46.

DOI: <https://doi.org/10.47760/cognizance.2024.v04i03.004>

9. Qiang Wang, Min Su. Integrating blockchain technology into the energy sector – from theory of blockchain to research and application of energy blockchain. *Computer Science Review*. 2020. № 37. 100275.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100275>

10. Інтеграція освіти та науки в Україні на базі моделі університету майбутнього : монографія / Під ред В.Є. Хаустової. Авт. кол.: Кизим М.О., Хаустова В. Є., Решетняк О.І., Остапенко В.М., Луценко Н.Л., Хаустов М.М., Бондаренко Д.В. Харків : ФОРМ Ліберкіна Л. М., 2021. 424 с. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE_%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8_%D1%82%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8.pdf

11. Adel Z., Hasan A. B., Othman A. H. A., Redhouane L. Research Advances on Financial Technology: A Bibliometric Analysis. In: Alareeni B., Hamdan A., Khamis, R., Khoury R. E. (eds). *Digitalisation: Opportunities and Challenges for Business*. ICBT 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, 620. Springer, Cham, 2023.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-26953-0_45

12. Wang B., Pan S. Y., Ke R. Y., Wang K., Wei Y. M An overview of climate change vulnerability: a bibliometric analysis based on Web of Science database. *Nat. Hazards*. 2014. Vol. 74 (3). P. 1649–1666.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1260-y>

13. Liao H., Tang M., Luo L., Li C., Chiclana F., Zeng X.J. A Bibliometric Analysis and Visualization of Medical Big Data Research. *Sustainability*. 2018. No. 10 (1). 166.

DOI: <https://doi.org/10.3390/su10010166>

14. Noyon E. C., Moed H. F., Luwel M. Combining mapping and citation analysis for evaluative bibliometric purposes: A bibliometric study. *J. Assoc. Inf. Sci. Technol.* 1999. No. 50 (2). P. 115–131.

DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(1999\)50:2<115::AID-ASI3>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(1999)50:2<115::AID-ASI3>3.0.CO;2-J)

15. Díaz-García V., Montero-Navarro A., Rodríguez-Sánchez J.-L., Gallego-Losada R. Digitalization and digital transformation in higher education: A bibliometric analysis. *Frontiers in psychology*. 2022. Vol. 13.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1081595>

16. Hubarieva I. O., Khaustova V. Y., Kozyrieva O. V., Kolodyazhna T. V., Shut O.Yu. Tax benefits: bibliographic and trend analysis. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2021. No. 6 (41). P. 398–409.

DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v6i41.251468>

17. Öztürk O., Kocaman R., Kanbach D.K. How to design bibliometric research: an overview and a framework proposal. *Rev Manag Sci*. 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00738-0>

18. Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N., Lim W.M. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. *J Bus Res*. 2021. No. 133. P. 285–296.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

19. Sauer P. C., Seuring S. How to conduct systematic literature reviews in management research: a guide in 6 steps and 14 decisions. *RMS*. 2023. No. 17. P. 1899–1933.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00668-3>

20. Khaustova V., Kyzym M., Trushkina N., Khaustov M. Digital transformation of energy infrastructure in the conditions of global changes: bibliometric analysis // Proceedings of the 12th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAIIIT), March 2024. URL: https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/117619/1/2_10_ICAIIIT_2024_Part_4_paper_7.pdf

21. Birkle C., Pendlebury D.A., Schnell J., Adams J. Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quant Sci Stud*. 2020. No. 1 (1). P. 363–376.

DOI: https://doi.org/10.1162/qss_a_00018

22. Glänzel W. Bibliometrics as a research field: A course on theory and application of bibliometric indicators. Magyar Tudományos Akadémia, Kutatásszervezési Intézet, 2003, 115 p. URL:

https://www.researchgate.net/publication/242406991_Bibliometrics_as_a_research_field_A_course_on_theory_and_application_of_bibliometric_indicators

23. Bibliometric analysis tools and databases / University of Eastern Finland. URL: <https://blogs.uef.fi/ueflibrarypostgrad/5-module-assessment-of-research-impact-and-bibliometrics/bibliometric-analysis-tools-and-databases/>

24. VOSviewer. URL: <https://www.vosviewer.com/>

25. Haykin S. Carnegie R. Improved analogue-digital filter transformation. *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*. 1971. No. 118 (6). P. 759–761.

DOI: <https://doi.org/10.1049/piee.1971.0144>

26. Haenel U., Thiele S., Zengler P., Grosseohme T. Microcomputer Aided Process Data Acquisition in the Hot Rolling Pilot Scale Laboratory of the Bergakademie in Freiberg. *Neue Hütte*. 1985. No. 30 (7). P. 249–251.

27. Quynh V. T. N. Identifying criteria, models, and assessing the digital transformation readiness levels of enterprises in Vietnam. *Multidisciplinary Science Journal*. 2024. No. 6 (12), e2024300.

28. Tahamtan I. Tahamtan A. Safipour Afshar K. Ahamdzadeh Factors affecting number of citations: a comprehensive review of the literature. *Scientometrics*. 2016. No. 107 (3). P. 1195–1225.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1889-2>

29. Candès E., Demanet L., Donoho D., Ying L. Fast discrete curvelet transforms. *Multiscale Modeling and Simulation*. 2006. No. 5 (3). P. 861–899.

30. Verhoef P. C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Qi Dong J., Fabian N., Haenlein M. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*. 2021. No. 122. P. 889–901.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

31. Frank A. G., Dalenogare L. S., Ayala N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*. 2019. No. 210. P. 15–26.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>

32. Warner K. S. R., Wäger M. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*. 2019. No. 52 (3). P. 326–349.

DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LRP.2018.12.001>

33. Hess T., Benlian A., Matt C., Wiesböck F. Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*. 2016. No. 15 (2). P. 123–139.

34. Nambisan S., Wright M., Feldman M. The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes. *Research Policy*. 2019. No. 48 (8), 103773. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733319300812>

35. Dwivedi Y.K., Kshetri N., Hughes L., Wirtz, J., Wright R. So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*. 2023. No. 71. 102642.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>

36. Hanelt A., Bohnsack R., Marz D., Antunes Marante C. A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change. *Journal of Management Studies*. 2021. No. 58 (5). P. 1159–1197.

DOI: <https://doi.org/10.1111/joms.12639>

37. Hinings B., Gegenhuber T., Greenwood R. Digital innovation and transformation: An institutional perspective. *Information and Organization*. 2018. No. 28 (1). P. 52–61.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2018.02.004>

38. Dwivedi Y. K., Hughes D. L., Coombs C., Sharma S. K., Upadhyay N. Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice: Transforming education, work and life. *International Journal of Information Management*. 2020. No. 55. 102211.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102211>

39. Small H. Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 1973. No. 24 (4). P. 265–269.

DOI: <https://doi.org/10.1002/asi.4630240406>

40. McCain K.W. Mapping authors in intellectual space: A technical overview. *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 1990. No. 41 (6). P. 433–443.

DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199009\)41:6<433::AID-ASI11>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:6<433::AID-ASI11>3.0.CO;2-Q)

41. Wu F., Hu Y., Shen M. The color of FinTech: FinTech and corporate green transformation in China. *International review of financial analysis*. 2024. Vol. 94.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103254>

42. Evangelista R., Guerrieri P., Meliciani V. The economic impact of digital technologies in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*. *Economics of Innovation & New Technology*. 2014. No. 23 (8). P. 802–824.

DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599.2014.918438>

43. Губарева І. О., Бука С. А., Белікова Н. В. Оцінка рівня цифровізації економіки України та країн – членів ЄС. *Проблеми економіки*. 2023. № 4. С. 14–21.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2023-4-14-21>

44. Wang H., Ling Y. Research on the Impact of Digital Economy on Regional Innovation Capability. *Frontiers in Business, Economics and Management*. 2022. No. 4 (2). P. 19–21.

45. Demidenko D. Economic evaluation features of management effectiveness in the enterprise in the digital transformation context // *Proceedings of the International Scientific Conference – Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service*. 2020. P. 1–5.

46. Usai A., Fiano F., Petruzzelli A. M., Paoloni P., Briamonte M. F., Orlando B. Unveiling the impact of the adoption of digital technologies on firms' innovation performance. *Journal of Business Research*. 2021. No. 133. P. 327–336.

47. Руденко М. В. Методичні підходи до оцінки впливу цифровізації на функціонування сільськогосподарських підприємств. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2021. № 7–8. С. 284–285.

DOI: <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2021-7-8-284-285-94-102>

48. Kalinina M., Valeeva J. Evaluation system of the efficiency of digital technologies of an enterprise. *Vector European: Revistă Științifico-practică*. 2022. No. 1. P. 80–83.

49. Kucher L. Impact of digitalization on the management of innovative projects. *SJ-Economics*. 2022. No. 45 (2). P. 16–26.

50. Стаднійчук Р. Роль цифрових технологій у підвищенні ефективності механізмів реалізації публічної політики управління соціальними конфліктами в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. № 1. С. 183–188.

51. Малиновський В. Стратегічні аспекти цифрової трансформації соціальної сфери. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2021. № 1 (147). С. 27–31.

52. Тогобицька В. Ризики для соціальної сфери під час цифрової трансформації. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2017. № 8. С. 1–7.

53. Gomber P., Koch J.-A., Siering M. Digital Finance and Fintech: Current Research and Future Research Directions. *Journal of Business Economics*. 2017. URL: <https://ssrn.com/abstract=2928833>

54. Semenog A. Digital financial services as the main product of fintech companies. *Bulletin of Sumy State University. Series Economics*. 2021. No. 4. P. 142–152.

DOI: <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2021.4-17>

55. Gallego-Losada M.-J., Montero-Navarro A., García-Abajo E., Gallego-Losada R. Digital financial inclusion. Visualizing the academic literature. *Research in International Business and Finance*. 2023. No. 64. 101862.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2022.101862>

56. Khaustova V., Bondarenko D., Omarov Sh., Yudenko Ye., Yurchenko O. Analysis of research trends in the field of digital finance based on bibliometric data. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2024. No. 4 (57).

DOI: 10.55643/fcaptp.4.57.2024.4429

57. Хаустов М.М. Розвиток стартапів у сфері енергетики: світовий досвід і можливості для України. *Проблеми економіки*. 2022. № 4. С. 13–24.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-4-13-24>

58. Khan M. E., Siddiqui M. Z. Evaluating the impact of digital transformation & innovation management strategies on smes performance in the emerging economies. *Journal of Social Sciences Development*. 2023. No. 2 (2). P. 297–305.

59. Harmash O., Hubarieva I., Harmash T., Trushkina N. Relationship between the concepts of “digital transformation” and “industry 5.0”: bibliometric analysis. *Intellectualization of logistics and Supply Chain Management*. 2024. Vol. 24. P. 89–106.

DOI: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2024-24-10>

60. Kyzym M., Khaustova V., Reshetnyak O., Danko N. Significance of Developmental Science under Assimilation of the Digitalization of the Ukrainian Economy. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020. Vol. 29 (6s). P. 1037–1042.

DOI: <https://doi.org/10.25115/EEA.V38I4.4005>

61. Khaustova V., Reshetnyak O., Lupenko Y., Manuilova K., Motorny V. Influence of Eurointegration Processes on Scientific Support of Digitalization of the Public Sphere and Education. *Annals of the Romanian Society*

for Cell Biology. 2021. P. 7035–7044. URL: <http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/872>

62. Решетняк О. І., Білоусов Д. В. Особливості підготовки кадрів в контексті цифрової конкурентоспроможності. *Ефективна економіка*. 2021. № 1.

DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.1.92>

63. Kwilinski A., Hnatyshyn L., Prokopyshyn O., Trushkina N. Managing the Logistic Activities of Agricultural Enterprises under Conditions of Digital Economy. *Virtual Economics*. 2022. Vol. 5. No. 2. P. 43–70.

DOI: [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.02\(3\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.02(3))

64. Buntak K., Kovačić M., Mutavdžija M. Measuring Digital Transformation Maturity of Supply Chain. *Technical journal*. 2021. Vol. 15 (2). P. 199–204.

DOI: <https://doi.org/10.31803/tg-20200414191933>

65. Трушкіна Н. В., Патlachук Т. В. Науково-методичне забезпечення формування системи управління взаємовідносинами зі споживачами в цифровому просторі. *Бізнес Інформ*. 2023. № 9. С. 331–345.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-9-331-345>

66. Kotarba M. Measuring digitalization: Key metrics. *Foundations of Management*. 2017. Vol. 9. Iss. 1. P. 123–138.

DOI: <https://doi.org/10.1515/fman-2017-0010>

67. Dai X., Ma H.W. Digital Transformation, Export Growth and Low Markup Trap. *China Ind. Econ*. 2023. № 5. P. 61–79.

68. Македон В. В., Байлова О. О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2023. Вип. 47.

DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3>

69. Digital Single Market. Digital Economy & Society / European Commission. February 2016. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/europe-2020-strategy>

70. Szymanek V. (ed.). Społeczeństwo informacyjne w liczbach (Information Society in Numbers), Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji – Departament Społeczeństwa Informacyjnego (Ministry of Digital Affairs – Department of Information Society), Warszawa: Drukarnia Biały Kruk, 2015. URL: https://mc.gov.pl/files/spoleczenstwo_informacyjne_w_liczbach_2015.pdf

71. Manyika J., Ramaswamy S., Khana S., Sarrazin H., Pinkus G., Sethupathy G., Yaffe A. Digital America, A Tale of the Haves and HaveMores, McKinsey Global Institute, December 2015. URL: <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/digitalamerica-a-tale-of-the-haves-and-have-mores>

72. Aras A., Büyüközkan G. Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review. *Systems*. 2023. Vol. 11. 213.

DOI: <https://doi.org/10.3390/systems11040213>

73. Schallmo D., Williams Ch. A. Holistic Digitalization: Strategy, Transformation, and Implementation. Proceedings of the ISPIM Connects Valencia – Reconnect, Rediscover, Reimagine. At: Valencia, 30 November - 2 December 2021. № 110.

74. Hägg J., Sandhu S. Do or Die: How Large Organizations Can Reach a Higher Level of Digital Maturity. Master's Thesis, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden, 2017. URL: <https://ltu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1111113&dswid=2438>

75. Gökalp E., Martinez V. Digital transformation capability maturity model enabling the assessment of industrial manufacturers. *Comput. Ind.* 2021. No. 132. 103522.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103522>

76. Жосан Г. В., Кириченко Н. В. Управління цифровізацією бізнес-процесів діяльності підприємства. *Economic Synergy*. 2022. № 4. С. 82–91. DOI: <https://doi.org/10.53920/ES-2022-4-6>

77. Casadesus-Masanell R., Ricart J. E. From Strategy to Business Models and onto Tactics. *Long Range Planning*. 2010. Vol. 43, Is. 2-3. P. 195–215.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.01.004>.

78. Reis J., Amorim M., Melão N., Matos P. Digital transformation: A literature review and guidelines for future research. In *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*. Springer International Publishing : Cham, Switzerland, 2018. P. 411–421. URL: <https://www.springerprofessional.de/en/digital-transformation-a-literature-review-and-guidelines-for-fu/15563814>

79. Zou L., Li W., Wu H., Liu J., Gao P. Measuring Corporate Digital Transformation: Methodology, Indicators and Applications. *Sustainability*. 2024. No. 16. 4087.

DOI: <https://doi.org/10.3390/su16104087>

80. Gollhardt T., Halsbenning S., Hermann A., Karsakova A., Becker J. Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies // IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI). 2020. Vol. 1. P. 94–103.

DOI: <https://doi.org/10.1109/CBI49978.2020.00018>

81. Berghaus S., Back A. Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study. Tenth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS) Proceedings. Paphos, Cyprus, September 2016. University of St. Gallen, St. Gallen. URL: https://www.researchgate.net/publication/310477531_Stages_in_Digital_Business_Transformation_Results_of_an_Empirical_Maturity_Study

82. Хіміч С. В. Методичні підходи до оцінювання рівня цифрової трансформації промислових підприємств. *Економічний вісник НТУУ "Київський політехнічний інститут"*. 2023. № 27.

DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.27.2023.297217>

83. Зінюк М. С. Оцінка ефективності цифрової трансформації бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 29.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-29-57>

84. Голіонко Н., Кондратьєва К. Методичні підходи до оцінювання цифрової зрілості організації. *Молодий вчений*. 2023. № 1 (113). С. 145–150.
DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-1-113-29>
85. Schumacher A., Erol S., Sihn W. A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises // *Procedia CIRP*, 2016. No. 52. P. 161–166. URL: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/da6860cf-5a33-4d79-82c8-1cf6b53dc3fb/content>
86. Gartner. Gartner IT Glossary: Digital Maturity. 2020. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-maturity>
87. Kljajić Borštnar M., Pucihar A. Multi-attribute assessment of digital maturity of SMEs. *Electronics*. 2021. Vol. 10 (8). 885.
DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics10080885>
88. Rossmann A. Digital maturity: Conceptualization and measurement model // *Thirty Ninth International Conference on Information Systems*, San Francisco. 2019. P. 13–16. URL: <https://www.researchgate.net/publication/345760193>
89. Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R., Blum M., Bleider M., Millack A. et al. *Industrie 4.0 Readiness* (1st ed.). Institut der deutschen Wirtschaft Köln, RWTH Aachen. 2015. URL: <https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf>
90. Chanas S., Hess T. How digital are we? Maturity models for the assessment of a company's status in the digital transformation. In *Manag Report. Institut Für Wirtschaftsinformatik Und Neue Medien*. 2016. No. 2 (2). P. 1–14. URL: https://www.wim.bwl.uni-muenchen.de/download/epub/mreport_2016_2.pdf
91. Tecno Soluciones. URL: <https://tecnosoluciones.com/how-can-the-digital-maturity-of-a-company-or-institution-be-assessed/?lang=en>
92. Бондаренко Д.В. Теоретичні засади цифрових трансформацій в компаніях. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 64.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-39>

93. The model for businesses' digital maturity level assessment, 2022.
URL: <https://digital.fpt.com/en/industries/digital-maturity-assessment.html>
94. Thordsen T., Bick M. Information Systems and e-Business. *Management*. 2023. No. 21. P. 947–976.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10257-023-00656-w>
95. Da Silva José Luiz, Lopes Vieira A. C., Vasconcelos Silva S. Digital Maturity Models: A Characterisation Study Based on a Systematic Literature Review. *BBR, Braz. Bus. Rev.* 2024. No. 21 (2). URL: <https://www.scielo.br/j/bbr/a/j6Pj7wz95MBNP9KQRzQcMBm/?format=pdf&lang=en>
96. Valdez-de-Leon O. A digital maturity model for telecommunications service providers. *Technology Innovation Management Review*. 2016. No. 6 (8). 14.
URL: https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/Valdez-de-Leon_TIM_Review_August2016.pdf
97. Ochoa-Urrego R. L., Peña-Reyes J. I. Digital Maturity Models: A Systematic Literature Review. In: Schallmo, D. R. A., Tidd, J. (eds.) *Digitalization. Management for Professionals*. Springer, Cham, 2021.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69380-0_5
98. Wang R., Dong M., Hou W.H. Evaluation Model and Method of Digital Maturity of Manufacturing Enterprises. *Sci. Technol. Manag. Res.* 2019. No. 39. P. 57–64.
99. Niu H., Yu Z. Y., Chen J. H. Digital Transformation and High-Quality Development of Enterprise Export-Based on the Perspective of Export Technology Complexity. *Foreign Econ. Manag.* 2024. P. 1–16.
100. Chen C. Y., Xu J. H. Manufacturing Enterprise Digital Transformation Ability Evaluation System and Application. *Sci. Technol. Manag. Res.* 2020. Vol. 40. P. 46–51.
101. Malik Priyanka. How to Achieve Digital Maturity in 2024 (+Models, Challenges). URL: <https://whatfix.com/blog/digital-maturity/>
102. What are the Best Practices for Digital Maturity Assessment? URL: <https://blog.talkspirit.com/en/best-practices-for-digital-maturity-assessment/>

103. Dieffenbacher Stefan F. What is Digital Maturity, How to Measure, Tools & Models. URL: <https://digitalleadership.com/blog/digital-maturity/>
104. Measuring Digitization Level of Organizations Through Digital Index. URL: <https://www.maximusinfoware.in/resources/blogs/measuring-digitization-level-of-organizations-through-digital-index>
105. Digital Transformation: a Roadmap for Billion-Dollar Organizations. URL: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Digital_Transformation__A_Road-Map_for_Billion-Dollar_Organizations.pdf
106. Chi M. M., Ye D. L., Wang J. J., Di S. S. How Can Chinese Small- and Medium-sized Manufacturing Enterprises Improve the New Product Development (NPD) Performance? From the Perspective of Digital Empowerment. *Nankai Manag. Rev.* 2020. No. 23. P. 63–75.
107. Yang Z. N., Hou Y. F., Li D. H., Wu C. The Balancing Effect of Open Innovation Networks in the “Dual Circulation” of Chinese Enterprises: An Investigation Based on Digital Empowerment and Organizational Flexibility. *Manag. World.* 2021. Vol. 37. P. 184–205.
108. Zahoor N., Zopiatis A., Adomako S., Lamprinakos G. The micro-foundations of digitally transforming SMEs: How digital literacy and technology interact with managerial attributes. *J. Bus. Res.* 2023. Vol. 159. 113755.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113755>
109. Perera S., Jin X., Das P., Gunasekara K., Samaratunga M. A strategic framework for digital maturity of design and construction through a systematic review and application. *J. Ind. Inf. Integr.* 2023. Vol. 31. 100413.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100413>
110. Belén R. N., Martín J. M., Guaita-Martínez J. M., Simón-Moya V. Analysing cooperatives’ digital maturity using a synthetic indicator. *Int. J. Inf. Manag.* 2023. Vol. 72. 102678.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102678>

111. Liu Z., Yao, Y. X., Zhang G. S. Firm's Digitalization, Specific Knowledge and Organizational Empowerment. *China Ind. Econ.* 2020. Vol. 9. P. 156–174.
112. He M., Wang Y. M. How Does the Digital Transformation of Manufacturing Firms Affect Employees' Wage? *Financ. Trade Econ.* 2023. Vol. 44. P. 123–139.
113. Guo J. H., Zhu C. L. Digital transformation, human capital structure adjustment and manufacturing enterprise value chain upgrading. *Econ. Manag.* 2024. P. 1–21.
114. Cesconi F., Franzoni G. P. Measuring digital transformation. An empirical approach to measuring phygital journeys. White paper, 2020. URL: <https://sandsiv.com/wp-content/uploads/2021/08/EN-WP-Measuring-Digital-Transformation.pdf>
115. Dhasarathy A., Frazier R., Khan N., Rahul A. Managing the Fallout from Technology Transformations. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/managing-the-fallout-from-technology-transformations>
116. De la Boutetiere H., Montagner A., Reich A. Unlocking success in digital transformations. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/unlocking-success-indigital-transformation>
117. What is Digital Transformation Management / Haarlem University of Applied Science. URL: <https://www.srh-haarlem-campus.com/news/2022/what-is-digital-transformation-management/>
118. Магістр управління цифровою трансформацією / University of Bologna. URL: <https://www.mba-magistratura.com/institutions/university-of-bologna-3/magistr-upravlinnya-cifrovoyu-transformaciyeyu>
119. Публічне врядування та менеджмент цифрових трансформацій / Навчально-науковий інститут «Інститут державного управління»

Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. URL: <https://www.osvita4u.com/bachelors-degree/>

120. Матвієнко О. В., Цивін М. Н. Менеджер цифрових трансформацій у сфері бібліотечно-інформаційної та архівної діяльності: галузева спеціалізація. *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*. 2021. № 2. С. 14–22.

DOI: <https://doi.org/10.32461/2409-9805.2.2021.238774>

121. Петько С. М. Теоретичні основи цифрової трансформації суб'єктів господарювання. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 47.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-55>

122. Pires C. What is Management of Digital Enterprise Transformation. In: Management and Strategies for Digital Enterprise Transformation, E-Government, and Digital Divide. Handbook of Research on Management and Strategies for Digital Enterprise Transformation. IGI Global, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5015-1.ch017>

123. Подденежний О. Г. Управління цифровою трансформацією освіти: сучасний науковий дискурс. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*. 2021. Вип. 6 (1) С. 105–110.

DOI: <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2021.6.1.105-110>

124. Вакалюк Т. А., Антонюк Д. С., Новіцька І. В., Медведєва М. О. Цифрова трансформація вищої освіти: закордонний та вітчизняний досвід. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2022. Вип. 90.

DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2022.90.05>

125. Міщенко В. І., Науменкова С. В. Вдосконалення стратегічного управління цифровою трансформацією економіки України.

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-194-7-10>

126. Сторожилова У. Л., Сторожилов Г. М., Сторожилов П. М. Управління цифровою трансформацією економіки майбутнього: світовий довід та перспективи причорноморського регіону. *Причорноморські економічні студії*. 2021. Вип. 66.

DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.66-15>

127. Коваленко С. В. Механізми державного управління цифровою трансформацією територіально-економічних систем : дисертація на здобуття ступеня PhD за спеціальністю 281 Публічне управління та адміністрування. Національний університет «Чернігівська політехніка», 2024.

128. Овчиннікова В. О., Носатенко О. Д. Складові процесу управління цифровою трансформацією підприємства. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 84. С. 182–191.

DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.84.301468>

129. Невмержицька С., Цалко Т. Управління цифровою трансформацією в бізнесі. *Збірник наукових праць ЛОГОΣ*. 2021.

DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-09.04.2021.v1.16>

130. Digitale Transformation. URL: <https://ats-leibbrand.de/en/services/digital-transformation-management/>

131. Система управління в організаціях. URL: https://pva.com.ua/systema-upravlinnya-v-organizacziyi/#google_vignette

132. Менеджмент для бакалаврів : підручник : у 2 т. / за заг. ред. О. Ф. Балацького, О. М. Теліженка. Суми : Університет. кн., 2009. Т. 1. 605 с.

133. Digital Transformation Strategy / The University of Edinburgh. URL: <https://pts.global/projects/university-of-edinburgh/>

134. Кузьмін О. Є., Мельник О. Г. Теоретичні та прикладні засади менеджменту : [навч. посіб.] / 2-ге вид. допов. і перероб. Львів : Інтелект-захід, 2003. 352 с.

135. Мельник С., Коць Д. Характеристика сутності управління змінами на підприємстві. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 51.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-29>

136. Дмитрієв І. А., Курилова Н. М. Визначення поняття управління змінами, як основної складової діяльності сучасного підприємства. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/cb151c58-2c70-4fd3-bb57-1ba533b112b4/content>

137. Digital Transformation Management – 6 Steps to Orchestrate Your Masterpiece. URL: <https://digitaltransformationskills.com/digital-transformation-management/>

138. Bousfield L., Tokbolat S., Demian P. Evaluating the current state of digitalisation of the UK construction industry. In *Data-Centric Structural Health Monitoring: Mechanical, Aerospace and Complex Infrastructure Systems*. Ed. by Mohammad Noori, Fuh-Gwo Yuan and Ehsan Noroozinejad Farsangi, Berlin, Boston: De Gruyter, 2023. P. 237-258.

DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110791426-011>

139. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифрові технології майбутнього в розвитку суспільства // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, листопад 2020 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 338–347.

140. The next normal in construction / McKinsey & Company. URL: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital%20projects%20and%20infrastructure/our%20insights/the%20next%20normal%20in%20construction/executive-summary_the-next-normal-in-construction.pdf

141. Bilov V., Goi V., Mamonov K., Tregub O., Levchenko O. Advantages of building information modeling (BIM) during the operational life. *Amazonia Investiga*. 2023. No. 12 (68). P. 346–363.

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2023.68.08.32>

142. Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology / World Economic Forum. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf

143. Цифровізація будівельної галузі. URL: <https://dedalsoft.com.ua/blog/tsifrovizatsiya-budivelnnoi-galuzi>

144. Марченко О., Коляденко Р. Цифрова трансформація будівельного бізнесу: тенденції та перспективи. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. № 4 (04). С. 20–26.

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.4-4>

145. Шандрік В. І. Трансформація публічного управління будівельною галуззю на засадах цифровізації: європейський та український досвід : реферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук з державного управління, спец. 25.00.02 – механізми державного управління, Київ, 2024. URL: https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/63421/4/%D0%A0%D0%95%D0%A4%D0%95%D0%A0%D0%90%D0%A2_%D0%A8%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%BA%20%D0%92.%D0%86.pdf

146. Ключко А. А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 48. С. 61–68.

DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68>

147. Садов'як М. Б., Мазник Ю. І., Секретар І. В., Старецький А. О., Волос М. В. Цифровізація як фактор інтенсивного розвитку виробничого потенціалу підприємств будівельної індустрії. *Академічні візії*. 2024. Вип. 28.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10667332>

148. How BIM & Digitalisation Are Transforming Construction (2024) / NOVATR Blog, 2023. URL: <https://www.novatr.com/blog/bim-and-digitalisation-in-construction>

149. Eastman Ch. M. The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design. January, 1975. URL: https://www.researchgate.net/publication/234643558_The_Use_of_Computers_Instead_of_Drawings_in_Building_Design

150. Van Nederveen G. A., Tolman F. P. Modelling Multiple Views on Buildings. *Automation in Construction*. 1992. No. 1. P. 215–224.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)

151. BIM-технології: поняття, історія розвитку, перспективи. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/779160/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%203.pdf

152. Трач Р. В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку. *Економіка та*

управління підприємствами. 2017. Вип. 16. С. 490–495. URL: <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf>

153. Muhammad Ali Musarat, Wesam Salah Alaloul, Siti Mariam Binti Zainuddin, Abdul Hannan Qureshi, Ahsen Maqsoom. Digitalization in malaysian construction industry: Awareness, challenges and opportunities. *Results in Engineering*. 2024. Vol. 21. 102013.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102013>

154. 5 Key Trends For Digitalization In The Construction Industry / FlowForma, 2023. URL: <https://www.flowforma.com/blog/5-key-trends-for-digitalization-in-the-construction-industry>

155. Lasi H., Fettke P., Kemper H.G. et al. Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng*. 2014. No. 6. P. 239–242.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>

156. Joblot L., Danjou Ch., Pellerin R., Lamouri S. Industry 4.0 and BIM: Do They Share the Same Objectives? In: *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing III*. JCM 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-70566-4_65

157. De Luca D., Dettori M., Del Giudice M., Osello A. Connected BIM Models Towards Industry 4.0. In: *Research Anthology on BIM and Digital Twins in Smart Cities*. IGI Global, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7548-5.ch006>

158. Грицеляк Р. Концепція інформаційного моделювання будівель - "BIM". URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/39146/2/MNTK_2022_Grytseliak_R-The_conception_of_building_176-178.pdf

159. Касьянов В. В. Дослідницькі методи та сучасні технології геодезії : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 115 с.

160. Інноваційне й ефективне планування та експлуатування з Wilo.
URL: <https://wilo.com/ua/uk/Solutions-Finder/%D0%86%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8/BIM-CAD-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3/>

161. Бондаренко Д.В., Калашникова К.Ю. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65.

162. Дубінін Д. В. Цифрова трансформація українських будівельних і проєктних підприємств: перешкоди та можливості. *Управління розвитком складних систем*. 2023. № 56. С. 131–137.

DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.131-137>

163. Ben Aston. 10 Best Building Information Modeling (BIM) Software, 2022. URL: <https://projectmanagernews.com/tools/bestbuilding-information-modeling-software/>

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА РІВНЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

3.1. Тенденції розвитку будівельної галузі України в довоєнний та воєнний періоди та її роль у повоєнній відбудові країни

Важливість розвитку будівельної галузі визначається тим, що вона взаємопов'язана практично з усіма галузями народного господарства країни, будучи, з одного боку, виробником і постачальником основних засобів для них, а з іншого – споживачем їх продукції. Розвиток будівельної галузі країни відбивається на ланцюжку розвитку інших галузей, та здійснює позитивний вплив на економіку країни, забезпечуючи створення надійного базису для вирішення різнопланових завдань економічного та соціального значення.

Будівельна галузь завжди відігравала ключову роль в економіці України, забезпечуючи створення виробничої і транспортної інфраструктури, житлових умов для населення. Після початку повномасштабної війни на території України у 2022 році галузь стала одним з основних секторів, на який покладаються великі надії в контексті її повоєнної відбудови [1].

До війни будівельна галузь України розвивалася стабільно, демонструючи зростання у житловому та комерційному секторах. Вона сприяла розвитку інших секторів економіки, забезпечуючи значні обсяги роботи для промисловості, транспорту та сільського господарства. За даними Державної служби статистики України, будівельний сектор генерував близько 2,8 % ВВП країни, будучи важливим компонентом економічного зростання [2]. Однак у зв'язку з воєнними діями на території України частка будівельної галузі в структурі ВВП в 2023 р. зменшилася до 1,6 %, тоді як у 2014 р. цей показник складав 2,3 %, а в останній довоєнний 2021 р. – 2,8 % (рис. 3.1).

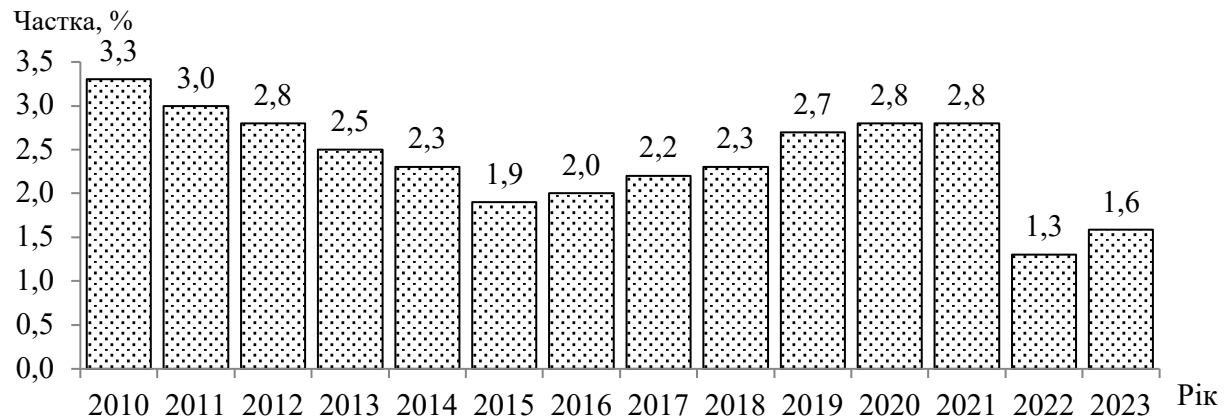
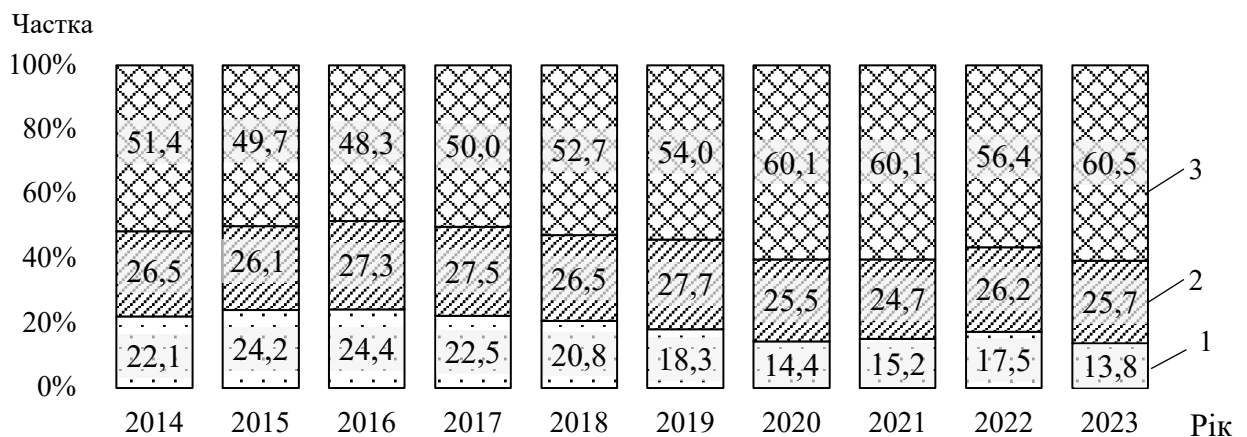


Рис. 3.1. Динаміка частки будівельної галузі в структурі ВВП України у 2010–2023 рр.

Джерело: складено за матеріалами [3–6]

Динаміку розвитку будівельної галузі в Україні за видами продукції за останні 10 років наведено в табл. Е.1 Додатка Е та на рис. 3.2.



Умовні позначення: 1 – житлові будівлі; 2 – нежитлові будівлі; 3 – інженерні споруди

Рис. 3.2. Динаміка структури виробленої будівельної продукції за видами у 2014–2023 рр., млрд грн.

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 7]

З даних табл. Е.1 Додатка Е та рис. 3.2 видно, що в період з 2014 р. по довоєнний 2021 р. спостерігалось зростання виробництва всіх видів будівельної продукції, окрім групи Порти, канали, греблі й інші водні споруди. Так, у 2021 р. щодо 2014 р. будівництво загалом зросло на 207 млрд грн до рекордного показника за останнє десятиліття – 258,1 млрд грн. Порівнюючи

показники 2023 р. з показниками довоєнного 2021 р., видно, що практично за всіма показниками відбулося скорочення. Винятком серед видів продукції будівельної галузі, виробленої в Україні, які продемонстрували зростання в 2023 р. щодо 2021 р., стали: мости, естакади, тунелі та метро (зростання склало 208,8 %); комплексні промислові споруди (зростання склало 15,4 %), в т. ч. споруди гірничопромислових і добувних підприємств (50,3 %) та споруди підприємств хімічної промисловості (39,2 %). Показники 2023 р. щодо року початку повномасштабної війни (2022 р.) продемонстрували зростання за всіма показниками, окрім: будівництва залізниць і споруд підприємств металургійної промисловості. Загалом у 2023 р. обсяг виробленої будівельної продукції склав 165,8 млрд грн.

У житловому будівництві в 2023 р. порівняно з довоєнним 2021 р. обсяг продукції, що вироблявся, знизився на 41,5 % – до 22,9 млрд грн. У нежитловому будівництві зменшився на 33,2 % – до 42,6 млрд грн. В інженерному будівництві обсяг продукції, що виробляється, впав на 35,4 % – до 100,3 млрд грн.

Що стосується зміни структури виробленої будівельної продукції за видами, то видно, що протягом періоду, що аналізується, вона залишалася незмінною. Так, лідером є будівництво інженерних споруд, друге місце займає нежитлове будівництво та третє – житлове будівництво. З рис. 3.2 видно, що у 2023 р. порівняно з 2014 р. дещо збільшилася частка будівництва інженерних споруд – з 51,4 % до 60,5 %, проте істотно зменшилася частка будівництва житлових приміщень – з 22,1 % в 2014 р. до 13,8 % в 2023 р.

У табл. Е.2 та Е.3 Додатка Е наведено дані, що характеризують загальну площу житлових і нежитлових будівель, прийнятих в експлуатацію.

Аналіз статистичних даних показав, що загалом розвиток будівельної галузі України за період з 2013 р. по 2023 р. можна розділити на кілька характерних етапів:

I. 2013–2014 рр. – Поступове зростання та стрімке падіння.

У 2013 р. будівельна галузь України продовжувала оговтуватись від світової фінансової кризи 2008 року. Зростання було повільним, але стабільним, основний акцент робився на житлове будівництво. Загальний обсяг будівельних робіт становив 55,7 млрд грн, за рік у країні було введено в експлуатацію близько 10 млн кв. м житла.

2014 р. ознаменувався початком війни на сході України та анексією Криму, що призвело до економічної кризи в країні. Будівельна галузь значно постраждала через падіння інвестицій та втрату контролю над частиною територій України. Загальний обсяг будівельних робіт у країні склав 51,1 млрд грн (знизившись на 8,3 % відносно попереднього року). За рік в експлуатацію було введено близько 9, 7 млн кв. м житла.

II. 2015–2016 рр. – Адаптація та початок відновлення.

У 2015 р. будівельна галузь почала адаптуватися до наявних реалій і відроджуватися. За рік у країні було введено в експлуатацію значно менше об'єктів за кількістю порівняно з попередніми роками, проте загальний обсяг будівельних робіт зріс щодо попереднього року до 57,5 млрд грн. За рік в країні експлуатацію було введено в експлуатацію 11,05 млн кв. м житла.

З 2016 р. будівельні компанії стали шукати нові можливості для розвитку в центральних та західних регіонах країни, де ситуація була більш стабільною. Загальний обсяг будівельних робіт в Україні в цьому році склав 73,7 млрд грн (відбулося зростання на 28,2 %), проте площа житла, введеного в експлуатацію, скоротилася до 9,4 млн кв. м.

III. 2017–2019 рр. – Поступове відновлення та зростання.

У 2017 р. відновлення будівельної галузі України набирало оберти. ВВП країни почав зростати, що позитивно вплинуло на інвестиційний клімат. Почали з'являтися нові проекти, зокрема у житловому та комерційному будівництві. У 2017 р. у країні було прийнято низку важливих законодавчих змін у рамках дерегуляції будівництва, що також суттєво вплинуло на розвиток галузі, хоч важливо й контролювати якість самого будівництва. Цей рік ознаменувався будівництвом соціальної інфраструктури, впроваджено

багато соціальних програм Уряду, які дозволили збудувати та реконструювати величезну кількість об'єктів інфраструктури [2]. Загальний обсяг будівельних робіт в Україні склав 105,7 млрд грн. За рік було введено в експлуатацію 10,2 млн кв. м житла.

2018 р. демонстрував продовження зростання галузі. Збільшилася кількість інфраструктурних проєктів, у тому числі доріг і мостів. Загальний обсяг будівельних робіт в Україні становив 141,2 млрд грн (тобто відбулося значне зростання). Хоча за рік в країні було введено в експлуатацію житла порівняно з попереднім роком менше на 1,5 млн кв. м, а саме 8,7 млн кв. м.

В 2019 р. будівельна галузь країни демонструвала стабільне зростання. За даними Державної служби статистики України, за рік було введено в експлуатацію понад 11 млн кв. м житла. Загальний обсяг будівельних робіт в Україні склав 181,7 млрд грн.

IV. 2020–2021 рр. – Падіння під впливом пандемії COVID-19.

У першій половині 2020 р. пандемія COVID-19 значно вплинула на будівельну галузь України. Багато проєктів були призупинені або відкладені через карантинні заходи й економічну невизначеність. Однак із середини року ситуація почала поліпшуватися. Загальний обсяг будівельних робіт у країні склав 202,1 млрд грн. Основним видом будівельної продукції, за рахунок якої спостерігається зростання, стало будівництво інженерних споруд, а саме транспортних споруд, в тому числі автострад, доріг і т. ін. За рік у країні було введено в експлуатацію 8,5 млн кв. м житла.

2021 р. ознаменувався відновленням будівельної галузі України після пандемії. Інвестори знову почали вкладати кошти в будівництво, активно розвивалося житлове та комерційне будівництво. Загальний обсяг будівельних робіт в країні за рік склав 258,1 млрд грн, введено в експлуатацію 11,4 млн кв. м житла.

V. 2022–по цей час – Падіння під впливом війни та відновлення за рахунок міжнародної допомоги.

На початку 2022 р. розпочалося повномасштабне вторгнення РФ на територію України, яке призвело до значних руйнувань інфраструктури та житлових будинків. Було зруйновано тисячі об'єктів будівельної галузі, об'єктів житлової та промислової нерухомості, інфраструктури, зокрема у великих містах. Загальний обсяг будівельних робіт значно знизився через війну і склав, за даними Державної служби статистики України, 114,9 млрд грн. Введення в експлуатацію житла в країні скоротилося та склало 7,1 млн кв. м.

У 2023 р., попри складні умови війни, будівельна галузь України почала відновлюватися. Завдяки міжнародній допомозі та державним програмам почалася відбудова зруйнованих в країні об'єктів. Особлива увага приділялася інфраструктурним проектам і житловому будівництву у безпечних регіонах України. Загальний обсяг будівельних робіт в країні (165,8 млрд грн) досяг показників 2018–2019 рр. За рік було введено в експлуатацію близько 7,4 млн кв. м житла.

З даних табл. Е.3 Додатка Е видно, що загальна площа нежитлових будівель, уведених в експлуатацію в Україні в 2023 р. порівняно з 2018 р. зменшилася на 19,5 % і склала 2,34 млн кв. м. У 2023 р. порівняно з останнім довоєнним 2021 р. цей показник знизився у понад 2 рази, а щодо попереднього 2022 р. скоротився на 6,1 %.

Структура площі нежитлових будівель, уведених в експлуатацію в Україні в 2023 р., порівняно з 2018 р. зазнала змін. Так, у 2023 р. основним видом нежитлових будівель стали будівлі промислові та склади (частка 36,34 %), тоді як у 2018 р. основним видом були будівлі нежитлові інші (частка складала 35,32 %), а будівлі промислові та склади посідали другу сходинку, частка яких була 21,06 %. Загалом структура нежитлових будівель, прийнятих в експлуатацію у 2023 р., виглядає таким чином: будівлі промислові та склади – 36,34 %; будівлі торговельні – 22,42 %; будівлі нежитлові інші – 21,54 %; готелі, ресторани та подібні будівлі – 7,46 %; будівлі офісні – 5,88 %; будівлі

для публічних виступів, закладів освітнього, медичного та оздоровчого призначення – 3,56 % та будівлі транспорту та засобів зв'язку – 2,79 %.

У табл. Е.4 та Е.5 Додатка Е наведено дані, що характеризують загальну площу житлових і нежитлових будівель на початок будівництва.

З даних табл. Е.4 Додатка Е видно, що загальна площа житлових будівель на початок будівництва в 2023 р. порівняно з 2018 р. зменшилася у понад 3 рази і склала 4,2 млн кв. м. В Україні в період 2018–2019 рр. спостерігалось зростання цього показника, а в 2020 р. відбулося суттєве зменшення щодо попереднього року, причиною такого різкого спаду стала пандемія COVID-19. 2021 р. ознаменувався відродженням будівництва житлових будівель в країні, проте з 2022 р. спостерігається значне зменшення показника, викликане початком повномасштабного вторгнення РФ на територію України.

Структура площі нежитлових будівель у країні у 2023 р. порівняно з 2018 р. зазнала змін. Так, у 2023 р. основним видом нежитлових будівель в Україні стали промислові будівлі та склади (частка 41,29 %), тоді як у 2018 р. основним видом були будівлі нежитлові інші (частка складала 28,58 %), а будівлі промислові та склади посідали другу сходинку, частка яких складала 25,43 %. Загалом структура нежитлових будівель в Україні в 2023 р. виглядала таким чином: будівлі промислові та склади – 41,29 %; будівлі торговельні – 25,55 %; будівлі нежитлові інші – 16,32 %; будівлі офісні – 5,98 %; готелі, ресторани та подібні будівлі – 4,44 %; будівлі для публічних виступів, закладів освітнього, медичного та оздоровчого призначення – 4,01 % та будівлі транспорту та засобів зв'язку – 2,42 %.

З даних табл. Е.5 Додатка Е видно, що загальна площа нежитлових будівель в Україні в 2023 р. порівняно з 2018 р. зменшилася на 25,2 % і склала 2,87 млн кв. м. У 2023 р. порівняно з останнім довоєнним 2021 р. цей показник у країні знизився у понад 2 рази, а щодо попереднього 2022 р. зріс майже на 13 %.

Дані табл. 3.1 характеризують динаміку загальної площі житлових будівель, прийнятих в експлуатацію, за регіонами України.

Таблиця 3.1

**Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію, за
регіонами України в 2010–2023 рр., тис. кв. м**

Область/місто	Роки											
	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Україна	9339	9949	9741	11044	9367	10206	8689	11029	8451	11434	7110	7381
Автономна Республіка Крим	535	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Вінницька	292	352	288	391	350	338	224	287	322	366	404	659
Волинська	175	225	228	329	364	336	371	437	356	341	275	316
Дніпропетровська	226	306	205	340	293	365	284	414	259	374	182	235
Донецька	293	416	191	43	58	55	41	63	47	48	4	6
Житомирська	201	175	118	213	166	163	146	196	154	196	118	112
Закарпатська	293	380	395	442	336	420	429	507	391	416	309	364
Запорізька	144	180	112	101	108	103	68	90	53	61	19	22
Івано-Франківська	600	631	909	856	481	625	404	753	506	509	493	526
Київська	1184	1515	1727	1864	2060	1825	1541	1861	1733	2042	1457	1388
Кіровоградська	98	109	57	117	54	51	48	71	58	56	34	32
Луганська	147	178	55	22	7	21	16	21	15	7	1	0
Львівська	642	675	954	1165	859	959	897	1292	1016	1211	721	769
Миколаївська	133	122	105	168	106	74	51	112	62	60	35	33
Одеська	640	637	891	632	576	720	568	1087	525	1039	694	294
Полтавська	246	198	174	266	137	235	203	217	197	159	236	142
Рівненська	207	270	279	361	324	394	319	352	293	271	244	232
Сумська	182	143	137	157	110	106	97	111	62	119	42	52
Тернопільська	288	395	239	480	234	293	261	411	309	517	183	217
Харківська	416	392	281	384	469	470	529	382	315	604	43	261
Херсонська	182	190	121	113	82	75	95	121	100	89	8	2
Хмельницька	362	290	351	469	405	361	325	324	279	342	283	231
Черкаська	187	130	127	193	126	153	131	173	111	175	93	167
Чернівецька	294	341	235	382	222	202	287	490	327	374	221	236
Чернігівська	160	191	120	190	106	128	98	143	96	96	103	71
м. Київ	1012	1509	1442	1366	1334	1734	1256	1114	865	1962	908	1014

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
м. Севастополь	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

* Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, за 2014–2021 роки без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022–2023 роки без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

(к) – дані не оприлюднюються з метою виконання вимог Закону України "Про офіційну статистику" щодо забезпечення гарантій органів державної статистики щодо статистичної конфіденційності

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 13]

За даними Державної служби статистики України, загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію в м. Києві у 2023 р. відносно довоєнного 2021 р., скоротилася на 48,3 % – до 1014 тис. кв. м. У Київській області – на 32 %, до 1388 тис. кв. м. Водночас обсяг нового будівництва у Львівській області зменшився у 2023 р. порівняно з 2021 р. на 36,5 % – до 769 тис. кв. м. У Хмельницькій області скорочення відбулося на 32,5 % – до 231 тис. кв. м, в Одеській області зменшення становило 71,7 %, до 294 тис. кв. м; у Харківській – на 56,8 %, до 261 тис. кв. м [14].

Значні зміни відбулися в Україні у структурі попиту на нові об'єкти житлової нерухомості. Прифронтові регіони країни зазнали найбільшого падіння обсягів будівництва – до майже 90 %, центральна частина – зменшення до 70 %, а на заході будівництво зросло на 15 %. Це було пов'язано з релокацією бізнесу та внутрішньо переміщених осіб через активні військові дії в ряді регіонів країни, розвитком нерухомості в Карпатах тощо [14].

Ринок первинної нерухомості активізувався на заході України. Девелопери в інших регіонах країни зосередилися переважно на завершенні проєктів, розпочатих до березня 2022 року. Нині багато інвесторів в Україні не починають нові будівельні проєкти з метою уникнення можливих ризиків.

В той же час, у центрі, на півночі та сході України, зріс попит на послуги з відбудови зруйнованих будівель і споруд. Бізнес, що зазнав руйнувань

об'єктів нерухомості, також потребує реконструкції будівель задля відновлення функціонування [15].

З початком війни в лютому 2022 р. будівельна галузь України зазнала значних втрат. Зруйновані міста, пошкоджена інфраструктура та міграція населення призвели до скорочення обсягів будівництва. За даними Мінрегіону, понад 30 % будівельної інфраструктури було пошкоджено або знищено внаслідок бойових дій. Лише за рік війни, станом на лютий 2023 р., в Україні було зруйновано чи пошкоджено понад 153 тис. житлових об'єктів. РФ також було зруйновано 630 адмінбудівель, понад 1200 закладів охорони здоров'я, повністю знищено понад 900 навчальних закладів та майже 2200 пошкоджено. Величезних збитків нанесено дорожній інфраструктурі (пошкоджено більше 25 тис. кілометрів доріг і зруйновано 344 мости) і промисловості (пошкоджено чи повністю знищено близько 450 великих і середніх підприємств країни). Сума збитків, завданих РФ українській інфраструктурі, а також житловим і нежитловим об'єктам, перевищує 143 млрд дол. [16].

За даними Конфедерації будівельників України, для відбудови лише зруйнованого війною житлового фонду буде потрібно не менше 3,9 млн кв. м скла, 5,7 млн кубометрів (11,9 млн т) бетону, 39,3 млн кубометрів (або 14 млрд штук) цегли, 45 млн кв. м черепиці [16]. Все це – додатково до звичних середньорічних обсягів споживання такої продукції.

Проте навіть у цих умовах будівельна галузь України демонструвала високу стійкість та адаптивність. Основні проблеми її розвитку під час війни наведено в табл. 3.2.

Особливості розвитку будівельної галузі країни в умовах повоєнної відбудови наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.2

Основні проблеми розвитку будівельної галузі України під час війни

Проблеми	Особливості
Знищення та пошкодження інфраструктури	Велика кількість житлових будинків і промислових об'єктів була зруйнована або пошкоджена. Також нанесено руйнування ряду будівельних підприємств і інфраструктури, що негативно вплинуло на можливість проведення будівельних робіт і функціонування галузі в цілому
Логістичні проблеми	Перебої у постачанні будівельних матеріалів і нестача робочої сили значно ускладнили проведення будівельних робіт
Економічна нестабільність, зниження інвестування та скорочення попиту на будівельні послуги	Економічна нестабільність призвела до зниження інвестування та скорочення попиту на будівельні послуги. На сьогодні основний фокус роботи підприємств галузі зосереджено на відбудові зруйнованої інфраструктури та забезпеченні житлом постраждалого населення, що стане ключовим фактором у повоєнному відновленні країни [17]

Джерело: сформовано автором на основі [1; 17 та ін.]

Таблиця 3.3

Ключові аспекти розвитку будівельної галузі України після війни

Ключові аспекти	Особливості
Інноваційні технології	Використання сучасних технологій будівництва, таких як модульні конструкції, енергоефективні матеріали та цифрові рішення (BIM – Building Information Modeling), сприятиме швидшому та якіснішому відновленню зруйнованих об'єктів
Інвестування та міжнародна підтримка	Важливим аспектом повоєнного відновлення є залучення іноземних інвестицій та міжнародної допомоги. Європейський Союз, Світовий банк та інші міжнародні організації вже висловили готовність надати фінансову підтримку Україні
Регіональний розвиток	Будівництво нових житлових масивів, інфраструктурних об'єктів та промислових зон стане ключовим фактором для відновлення постраждалих регіонів, що сприятиме поверненню населення та відновленню місцевих економік
Розвиток кадрового потенціалу	Потреба у кваліфікованих будівельниках та інженерах зростатиме, що стимулюватиме розвиток освітніх програм та підготовку нових спеціалістів у цій галузі [16]

Джерело: сформовано автором на основі [1; 16–18 та ін.]

У повоєнній розбудові економіки України будівельна галузь відіграватиме велику роль, забезпечуючи відновлення інфраструктури, житлового фонду та створення нових робочих місць, що є основою для

економічного розвитку та стабільності країни. Основні напрямки участі підприємств галузі в цих процесах наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Роль будівельної галузі в економіці повоєнної України

Роль	Напрямки
1	2
Відновлення житлового фонду	- Відновлення зруйнованих будинків. Внаслідок війни було зруйновано тисячі житлових будинків, а мільйони людей залишилися без житла, отже, необхідним є якомога швидше вирішення проблеми житла для таких верств населення. Відновлення житлового фонду є пріоритетним завданням для забезпечення повернення внутрішньо переміщених осіб і біженців до нормального життя. Пріоритетним напрямком для будівельних компаній буде зосередження на швидкому та якісному відновленні житлових будинків з використанням сучасних цифрових і будівельних технологій і матеріалів. - Модернізація існуючих житлових об'єктів. Важливим питанням є та буде відновлення пошкоджених, але не зруйнованих будинків, що передбачатиме потребу у ремонті дахів, фасадів, внутрішніх систем комунікацій тощо
Відбудова інфраструктури	- Ремонт та будівництво доріг і мостів. Війна знищила значну частину транспортної інфраструктури. Відновлення доріг і мостів є критично важливим для забезпечення логістичних ланцюгів, для забезпечення будівельних процесів, мобільності населення тощо. - Відновлення енергетичної інфраструктури. Зруйновані електростанції, лінії електропередач і газопроводи потребують негайного відновлення для забезпечення безперебійного постачання електроенергії та газу, що також вимагатиме участі будівельних компаній у зазначених процесах
Будівництво нових об'єктів інфраструктури	- Післявоєнна розбудова економіки передбачає також створення нових інфраструктурних об'єктів, таких як лікарні, школи, громадські будівлі та промислові об'єкти. При цьому дотримання принципу Build Back Better потребуватиме опанування будівельними підприємствами сучасних і найбільш ефективних технологій проєктування та будівництва, матеріалів тощо
Економічний розвиток та створення робочих місць	- Створення нових робочих місць. Розбудова економіки країни потребуватиме створення значної кількості робочих місць у будівельній галузі (за умови належної підтримки та захисту вітчизняних будівельників і виробників будматеріалів урядом України), що допоможе знизити рівень безробіття та стимулювати економічний розвиток. - Залучення інвестицій. Будівельна галузь завжди була привабливою для інвесторів, а в умовах повоєнного відновлення стане ще більш привабливою завдяки великому обсягу робіт і можливостям отримання прибутку від нових проєктів. Це передбачатиме як внутрішні, так і міжнародні інвестиції.

1	2
	- Розвиток суміжних галузей. Відбудова стимулюватиме розвиток суміжних галузей, таких як виробництво будівельних матеріалів, транспортні послуги, фінансові та страхові послуги та ін.
Соціальна стабільність	- Нормалізація умов життя населення та зменшення соціальної напруги. Відновлення житла та інфраструктури сприятиме поверненню людей до нормального життя, зменшенню соціальної напруги та забезпеченню соціальної стабільності у суспільстві. - Підвищення якості життя. Використання сучасних технологій і матеріалів у будівництві сприятиме підвищенню енергоефективності та екологічної безпечності житлових та промислових об'єктів, що позитивно впливатиме на якість життя населення країни

Джерело: сформовано автором

Отже, будівельна галузь України перебуває зараз у складній ситуації, але має великий потенціал для відновлення та розвитку. Вона відіграватиме ключову роль у розбудові країни, забезпечуючи створення необхідної інфраструктури для економічного відновлення та розвитку, проте на шляху до цього підприємства галузі мають подолати наявні виклики та відповідати сучасним вимогам ринку.

Існує безліч різноманітних факторів, які суттєво впливають на утворення системи економічної безпеки для підприємств будівельного сектора. Серед них необхідно окреслити забезпечення технічної складності будівельних процесів і контроль якості робіт, географічну віддаленість матеріалів, ризики переміщення та втрати матеріальних цінностей, довгий час спорудження, складність організації покриття фінансових потреб компанії, що можуть змінитись під час процесу будівництва, зокрема зростання цін на матеріали [19; 20].

На сьогодні вітчизняні підприємства будівельної галузі перебувають у стадії глибокої рецесії, проте вони продовжують свою діяльність в умовах високих ризиків і викликів. Суттєво зменшився масштаб ринку будівельних матеріалів через ряд чинників, зумовлених війною в Україні.

На сьогодні в країні велика частка підприємств стикнулася зі складною ситуацією в плані оборотних коштів та резервів.

Ще у першому півріччі 2022 р. великий відсоток підприємств будівельної галузі був змушений призупинити виробництво або обмежити його, зважаючи на інтенсивні обстріли, високу вартість енергоносіїв та низький попит на ринку. До прикладу, падіння темпів виробництва клінкерної цегли в Україні зумовлена активними бойовими діями у Донецькій області, де знаходяться основні поклади тугоплавких глин, що виступають сировиною для неї [21].

На сьогодні вагома частина вітчизняних підприємств, які виробляли сировину та будівельну продукцію для українського та європейського ринків, є повністю зруйнованою. Зокрема, завод із виготовлення мінеральної вати у Житомирі, будівельних сумішей – на Донеччині, металоконструкцій та інших будівельних матеріалів – у Маріуполі та ін. [21].

У табл. 3.5 наведено дані, що характеризують кількість діючих суб'єктів господарювання в будівельній галузі України.

Таблиця 3.5

**Кількість діючих суб'єктів господарювання в будівельній галузі України
у 2010–2022 рр.***

Вид діяльності	Рік	усього, одиниць	з них фізичні особи – підприємці, одиниць	у % до загального показника суб'єктів господарювання відповідного виду діяльності
1	2	3	4	5
будівництво	2010	75221	37006	49,2
	2013	52983	16798	31,7

1	2	3	4	5
	2014	52189	22404	42,9
	2015	55128	25963	47,1
	2016	50208	25875	51,5
	2017	50261	22793	45,3
	2018	52531	22941	43,7
	2019	56855	24986	43,9
	2020	56926	25293	44,4
	2021	56627	25127	44,4
	2022	44720	23146	51,8
будівництво будівель	2010	48149	23061	47,9
	2013	26280	3326	12,7
	2014	23463	4938	21,0
	2015	23794	5803	24,4
	2016	20709	6145	29,7
	2017	22021	5597	25,4
	2018	23704	6026	25,4
	2019	25262	6395	25,3
	2020	25060	6357	25,4
	2021	25065	6216	24,8
	2022	18348	5814	31,7
будівництво споруд	2010	5350	2811	52,5
	2013	3465	611	17,6
	2014	3248	824	25,4
	2015	3381	963	28,5
	2016	3325	1154	34,7
	2017	3750	1267	33,8
	2018	4142	1397	33,7
	2019	4657	1563	33,6
	2020	4734	1576	33,3
	2021	4657	1502	32,3
	2022	3661	1403	38,3
спеціалізовані будівельні роботи	2010	21722	11134	51,3
	2013	23238	12861	55,3
	2014	25478	16642	65,3
	2015	27953	19197	68,7
	2016	26174	18576	71,0
	2017	24490	15929	65,0
	2018	24685	15518	62,9
	2019	26936	17028	63,2
	2020	27132	17360	64,0
	2021	26905	17409	64,7
	2022	22711	15929	70,1

* Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, за 2014–2021 роки без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022 р. без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 22; 23]

У галузі будівництва України станом на 2022 р. налічувалося 21,57 тис. підприємств, на яких працювало 268 тис. найманих працівників, та 23,15 тис. фізичних осіб – підприємців, у яких чисельність найманих працівників – 17,1 тис. осіб. 46 % будівельних організацій об'єднані в корпорації та концерни, інші працювали на ринку самостійно, 86,4 % підрядних організацій мали недержавну форму власності [24].

Порівнюючи показники кількості діючих суб'єктів господарювання в будівельній галузі України в 2022 р. порівняно з довоєнним 2021 р., можна зазначити, що спостерігається як загальне зменшення підприємств, так і кількості фізичних осіб – підприємців зокрема. Також відмічається збільшення частки фізичних осіб – підприємців у загальній кількості підприємств будівельної галузі країни, що свідчить про більш значне зменшення кількості великих компаній. Розглядаючи частку фізичних осіб – підприємців у розрізі основних будівельних робіт, видно, що в 2022 р. у будівництві будівель (житлових і нежитлових) 31,7 % приходилося на фізичних осіб – підприємців, в будівництві споруд частка ФОП склала 38,3 %, найбільша частка спостерігається в групі «спеціалізовані будівельні роботи» (70,1 %), до цих робіт відносяться знесення та підготовчі роботи на будівельному майданчику, електромонтажні, водопровідні й інші будівельно-монтажні роботи, штукатурні роботи, установлення столярних виробів, покриття підлоги й облицювання стін, малярні роботи та скління, покрівельні роботи.

Основна кількість суб'єктів господарювання будівельної галузі України в 2022 р. була зосереджена в групі спеціалізовані будівельні роботи – 50,8 % від загальної кількості підприємств галузі незалежно від розміру та форм власності. Другу позицію за кількістю підприємств займало будівництво будівель – 41 %, та найменше підприємств зосереджено в підгалузі будівництва споруд – 8,2 %.

Кількість діючих будівельних підприємств галузі за їх розмірами (без урахування ФОП) наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

**Кількість діючих підприємств будівельної галузі України за їх розмірами
(без урахування ФОП) у 2010–2022 рр.***

Роки	Всього, одиниць	Великі підприємства		Середні підприємства		Малі підприємства		з них мікропідприємства	
		од	у % до загального показника	од	у % до загального показника	од	у % до загального показника	од	у % до загального показника
2010	38215	10	0,0	1499	3,9	36706	96,1	30533	79,9
2013	36185	13	0	1214	3,4	34958	96,6	29236	80,8
2014	29785	4	0	930	3,1	28851	96,9	24468	82,1
2015	29165	5	0,0	789	2,7	28371	97,3	24487	84,0
2016	24333	2	0	766	3,2	23565	96,8	19633	80,7
2017	27468	4	0	791	2,9	26673	97,1	22458	81,8
2018	29590	6	0	865	2,9	28719	97,1	24070	81,3
2019	31869	11	0	921	2,9	30937	97,1	25952	81,4
2020	31633	14	0,1	921	2,9	30698	97,0	25756	81,4
2021	31500	17	0,1	932	2,9	30551	97,0	25758	81,8
2022	21574	7	0	677	3,2	20890	96,8	17207	79,8

* Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, за 2014–2021 роки без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022 р. без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 22; 23]

Дані табл. 3.6 характеризують структуру кількості діючих підприємств в країні за їх розмірами. Отже, основними підприємствами будівельної галузі в Україні були малі підприємства, частка яких у 2022 р. склала 96,8 %, у 2021 р. – 97 %, у 2013 р. – 96,6 %. Розглядаючи динаміку кількості підприємств в країні за їх розмірами видно, що найбільш значне зменшення кількості в 2022 р. порівняно з довоєнним 2021 р. спостерігалось в групі великих підприємств – 58,82 %, в групі середніх підприємств – 27,36 % та в групі малих підприємств – 31,62 %. Дані свідчать, що повномасштабне вторгнення рф в Україну найбільше зачепило саме великі підприємства, у зв'язку з їх масштабами та малою маневреністю.

Війна в країні суттєво вплинула на будівельну галузь, зокрема, призвела до втрат багатьох підприємств. Під час бойових дій було пошкоджено або знищено будівельні компанії та їхні об'єкти. Зрозуміло, що найбільші

руйнування будівельних об'єктів сталися у регіонах, де відбувалися активні бойові дії, зокрема на сході та півдні України. Зокрема, Маріуполь, Сєвєродонецьк, Лисичанськ та інші міста Донбасу зазнали значних втрат інфраструктури. Значна частина підприємств будівельної галузі країни залишилися на тимчасово окупованій території.

Для відновлення будівельної галузі в Україні після війни необхідно буде залучити значні інвестиції та міжнародну допомогу. Важливо також зазначити, що багато будівельних компаній перенесли свої виробничі потужності й офіси в більш безпечні регіони країни або навіть за кордон, що допомагає зберегти їхній потенціал для відновлення України після війни.

Наразі український уряд та міжнародні партнери працюють над розробкою стратегій відбудови зруйнованих територій України, включаючи програми фінансової підтримки, відбудову житлової та промислової інфраструктури, а також модернізацію будівельної галузі. Передбачається, що повоєнна розбудова України має базуватися на принципі Build Back Better, що висуватиме багато вимог до вітчизняних будівельників, проте подолання таких викликів здатне суттєво підвищити їх рівень і конкурентоспроможність, надати нові перспективи розвитку.

3.2. Аналіз проблем і перспектив цифрової трансформації підприємств будівельної галузі України в повоєнний період

Як було доведено вище, будівельна галузь України має значний потенціал для розвитку, незважаючи на виклики, пов'язані з економічною нестабільністю та воєнними діями на території країни. Інноваційні технології, міжнародна підтримка та розвиток кадрового потенціалу є ключовими факторами для подальшого зростання будівельної галузі.

На цей час основними компаніями в будівельній галузі України є:

- Altis-Holding. Одна з найбільших будівельних компаній в Україні, що спеціалізується на комерційному та інфраструктурному будівництві;
- Kovalska Group. Велика будівельна компанія, що займається виробництвом будівельних матеріалів і реалізацією будівельних проєктів, є провідним виробником бетону та залізобетонних виробів в Україні, а також бере участь у будівництві житлових і комерційних об'єктів;
- UDP (Ukrainian Development Partners). Компанія спеціалізується на девелопменті комерційної і житлової нерухомості, реалізувала кілька великих проєктів у Києві, включаючи інноваційні парки та житлові комплекси;
- Taryan Group. Девелопер, що спеціалізується на будівництві елітної житлової нерухомості, відомий високоякісними та інноваційними проєктами, що включають сучасні архітектурні рішення та високий рівень комфорту;
- AvtoKrAZ. Компанія, що займається виробництвом будівельної техніки та обладнання, є одним із найбільших виробників спеціалізованих автомобілів і техніки в Україні, що використовуються в будівельній галузі.

Ці компанії відіграють важливу роль у розвитку будівельного ринку України, реалізуючи значні інфраструктурні та житлові проєкти.

Загалом можна виділити такі ключові аспекти розвитку підприємств будівельної галузі України, що мають забезпечити їх ефективну участь у повоєнній розбудові країни:

- орієнтація на впровадження інноваційних технологій та підвищення енергоефективності, використання екологічно чистих матеріалів та технологій;
- пошук і використання різноманітних джерел залучення інвестицій, співпраця з міжнародними фінансовими інституціями для фінансування великих інфраструктурних проєктів;

– постійна підготовка та підвищення кваліфікації кадрів задля забезпечення можливостей опанування нових технологій проектування та будівництва, підвищення цифрових навичок і цифрової зрілості компанії тощо;

– розосередження будівельних потужностей та будівельної активності не лише у великих містах, але й у регіонах задля найбільш ефективної відбудови постраждалих від війни територій.

Отже, розвиток будівельної галузі сприяє економічному зростанню у країні та вирішенню багатьох соціальних проблем [25]. Однак варто погодитись з Гуцало А., який у дослідженні [26] звертає увагу на наявні проблеми недосконалої організації будівництва багатьох підрядних підприємств, яка, на його думку, «набагато відстає від європейських компаній, що у разі лібералізації українського будівельного ринку, входження на нього великих європейських компаній, загрожує українським підприємствам втратою конкурентних позицій, внаслідок чого більшість підрядних підприємств можуть зіткнутись зі значними труднощами в майбутньому» [2].

У табл. 3.7 узагальнено сучасні ключові особливості розвитку будівельних підприємств у розвинених країнах світу.

Таблиця 3.7

**Сучасні ключові особливості розвитку будівельних підприємств у
розвинених країнах світу**

Сфера	Особливості
1	2
Інновації та технології	1. Широке застосування технології Building Information Modeling (BIM). Наприклад, США та Велика Британія використовують BIM для оптимізації процесів проектування та будівництва; у Нідерландах використання BIM є обов'язковим для державних будівельних проєктів, що сприяє стандартизації та покращенню якості будівництва. 2. Фокус на енергоефективність та екологічні технології. Наприклад, Німеччина прагне досягнення високих стандартів енергоефективності через програми, які передбачають мінімальне енергоспоживання будівель ("Passivhaus" та ін.), скандинавські країни широко використовують відновлювані джерела енергії та екологічно чисті будівельні матеріали (у Швеції, популярним є використання деревини для будівництва багатоповерхових будинків)

1	2
Інвестування та фінансування	1. Поширена практика публічно-приватного партнерства (ППП). Наприклад, у Великій Британії активно використовується модель PPP для фінансування великих інфраструктурних проєктів, таких як будівництво доріг, мостів і громадських будівель; у Австралії модель PPP дозволила реалізувати численні інфраструктурні проєкти, включаючи будівництво лікарень та шкіл, завдяки співпраці держави та приватного сектору. 2. Використання зелених облігацій. Наприклад, у США та ЄС зелені облігації використовуються для фінансування екологічних будівельних проєктів. Ці фінансові інструменти дозволяють залучати кошти для проєктів з високими стандартами екологічної стійкості та енергоефективності
Регуляторна підтримка та стандартизація	Запровадження та дотримання будівельних кодексів і стандартів. Наприклад, у Японії впроваджено суворі будівельні кодекси для захисту від землетрусів, стандарти будівництва передбачають використання технологій, що забезпечують стійкість будівель до природних катастроф. ЄС впроваджує єдині стандарти енергоефективності для всіх нових будівель, що стимулює розвиток енергоефективних технологій і матеріалів
Освіта та підготовка кадрів	Розвиток сильної системи професійної освіти та тренінгів. Наприклад, Німеччиною запроваджено дієву систему дуальної освіти, що поєднує навчання в навчальних закладах з практичним навчанням на підприємствах, і сприяє підготовці кваліфікованих кадрів для будівельної галузі, готовність до сприйняття новітніх цифрових технологій. У Канаді розвинена система професійної підготовки та сертифікації будівельників, а Канадська рада будівельної галузі (Canadian Construction Association) забезпечує стандарти та сертифікацію робітників у будівельній галузі
Розвиток інфраструктури та урбанізація	Розвиток концепції Інтелектуальних міст (Smart Cities). Наприклад, Сінгапур активно впроваджує та розвиває концепцію інтелектуальних міст, що передбачає використання технологій Інтернету речей (IoT), даних та аналітики для управління міською інфраструктурою та покращення якості життя мешканців. Китай розвиває велике будівництво інфраструктурних проєктів, зокрема, створення нових міст з використанням інноваційних технологій та енергоефективних рішень

Джерело: сформовано автором на основі джерел [1; 2; 27; 28]

Як видно з табл. 3.7, зарубіжний досвід розвитку будівельних підприємств демонструє важливість впровадження інноваційних технологій проєктування та будівництва (зокрема цифрових), ефективного фінансування, суворих регуляторних стандартів і належної підготовки кадрів. Використання сучасних технологій, таких як BIM та екологічно чисті матеріали, є ключовими факторами підвищення ефективності та стійкості будівельної

галузі. Інвестиції в інфраструктуру, включаючи моделі ППП та зелених облігацій, забезпечують стабільний розвиток будівної галузі. Крім того, системи професійної освіти та підготовки кадрів відіграють важливу роль у забезпеченні високого рівня кваліфікації працівників [27].

Втім, українські будівельні компанії стикаються з низкою труднощів, які впливають на їхню ефективність і здатність до розвитку. Серед них:

1. Економічна нестабільність (валютні коливання та нестабільний курс гривні відносно інших валют ускладнюють планування бюджетів та закупівлю імпортованих матеріалів; високий рівень інфляції збільшує витрати на матеріали та робочу силу, що підвищує загальну вартість будівельних проєктів).

2. Регуляторні бар'єри (забюрократизованість багатьох процесів, складні та непрозорі процедури отримання дозволів і ліцензій затягують початок будівельних робіт; часті зміни в законодавстві створюють невизначеність і потребують додаткових витрат на юридичні послуги для відповідності новим вимогам).

3. Фінансові труднощі (обмежений доступ до фінансування, неохоче кредитування банками будівельні проєкти через високі ризики та нестабільність галузі; недостатність оборотних коштів у будівельних підприємств ускладнює своєчасне фінансування робіт і закупівлю матеріалів).

4. Брак кваліфікованих кадрів (відтік кадрів за кордон у зв'язку з війною, міграцією та пошуком кваліфікованими будівельниками кращих умов праці та вищої оплати за неї; недостатня підготовка фахівців через те, що вітчизняна система професійної освіти далеко не завжди відповідає сучасним вимогам ринку праці).

5. Технічні виклики (багатьма будівельними компаніями використовується застаріле обладнання, що знижує продуктивність і якість робіт; впровадження ж сучасних технологій (наприклад, BIM, екологічно чистих матеріалів) потребує значних інвестицій, які не завжди доступні для українських компаній).

6. Негативний вплив війни (тривалі військові дії знищують існуючу інфраструктуру, що потребує значних ресурсів для відновлення, та негативно впливає на можливість проведення будівельних робіт; ризики для життя та здоров'я будівельників у зонах бойових дій ускладнюють проведення таких робіт та відлякують потенційних інвесторів).

7. Проблеми з логістикою (пошкодження доріг і мостів ускладнює доставку матеріалів та обладнання на будівельні майданчики; військові дії призводять до порушення ланцюгів постачання, до перебоїв у будівництві через невчасне постачання необхідних матеріалів з-за кордону).

Таким чином, будівельна галузь України стикається з багатьма викликами, які потребують комплексного підходу для їх подолання. Завершення війни, економічна стабільність і запровадження інновацій, доступ до фінансування, регуляторна підтримка [28], ефективний розвиток професійної освіти та впровадження сучасних технологій є ключовими факторами для успішного розвитку будівельних підприємств в Україні.

Більш комплексну узагальнену картину проблем і перспектив розвитку будівельних підприємств в Україні дозволяє сформулювати SWOT-аналіз.

SWOT-аналіз (аналіз сильних і слабких сторін, можливостей та загроз) є відомим і важливим інструментом стратегічного планування в бізнесі [29]. Він забезпечує ґрунтовну базу для аналізу конкурентоспроможності та підготовки до можливих викликів у бізнес-середовищі. Комплексна оцінка та аналіз цих факторів сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень і адаптації стратегії до змінюваних умов ринку [30].

SWOT-аналіз розвитку будівельних підприємств в Україні наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

SWOT-аналіз розвитку будівельних підприємств в Україні

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
1	2
1. Високий потенціал для зростання: - Відбудова зруйнованих територій та інфраструктури після військових дій	1. Фінансова нестабільність: - Високий рівень інфляції та нестабільний курс національної валюти ускладнюють

1	2
створює значний попит на будівельні послуги. - Активний розвиток інфраструктурних проєктів, зокрема дороги, мости, школи та лікарні, підвищує обсяг робіт для будівельних компаній. 2. Досвід та кваліфікація: - Багато українських будівельних компаній мають значний досвід у реалізації великих проєктів, включаючи міжнародні проєкти. - Наявність підготовлених кадрів та спеціалістів з високою кваліфікацією сприяють успішному виконанню складних будівельних завдань. 3. Інвестиційний потенціал: - Післявоєнна відбудова приваблює іноземні інвестиції та донорську допомогу, що створює додаткові фінансові можливості для будівельних підприємств	фінансове планування та закупівлю матеріалів. - Обмежений доступ до кредитних ресурсів та високі процентні ставки знижують можливості для розширення бізнесу. 2. Застаріла техніка та обладнання: - Використання застарілого обладнання знижує ефективність та якість будівельних робіт, а також підвищує витрати на технічне обслуговування. - Недостатні інвестиції в інновації та нові технології зменшують конкурентоспроможність підприємств. 3. Регуляторні бар'єри: - Складні бюрократичні процедури та часті зміни в законодавстві створюють додаткові труднощі для будівельних компаній. - Корупція та непрозорість в отриманні дозволів уповільнюють процеси реалізації проєктів
Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
1. Післявоєнна відбудова: - Відновлення інфраструктури та житлового фонду після військових дій відкриває великі можливості для будівельних підприємств. - Участь у державних програмах відбудови та міжнародних проєктах допомоги створює нові ринки та можливості для зростання. 2. Інновації та технології: - Впровадження сучасних будівельних технологій, таких як Building Information Modeling (BIM) та екологічно чистих матеріалів, здатне підвищити ефективність та якість будівництва. - Використання енергоефективних рішень дозволяє знижувати експлуатаційні витрати та підвищувати екологічну стійкість будівель. 3. Покращення інфраструктури фінансування: - Залучення зелених облігацій та публічно-приватних партнерств створює додаткові джерела фінансування для реалізації великих інфраструктурних проєктів. - Співпраця з міжнародними фінансовими інституціями, такими як Світовий банк та	1. Політична та економічна нестабільність: - Військові дії та політичні конфлікти створюють невизначеність і ризики для інвесторів, що може уповільнити реалізацію будівельних проєктів. - Економічні санкції та обмеження на імпорт будівельних матеріалів можуть вплинути на вартість та доступність ресурсів. 2. Конкуренція на ринку: - Зростання кількості будівельних компаній збільшує конкуренцію за проєкти, що може призвести до зниження маржинальності. - Вихід на ринок іноземних компаній зі значними ресурсами та передовими технологіями створює додаткові виклики для українських підприємств. 3. Екологічні та регуляторні вимоги: - Посилення екологічних стандартів і регуляторних вимог може збільшити витрати на будівництво та зменшити рентабельність проєктів. - Невідповідність сучасним стандартам енергоефективності та екологічної стійкості може обмежити доступ до міжнародних проєктів і фінансування

1	2
ЄБРР, відкриває нові можливості для отримання фінансування	

Джерело: сформовано автором

Отже, будівельні підприємства в Україні мають значний потенціал для розвитку, але також стикаються з численними викликами. Економічна та політична нестабільність, брак фінансування та кваліфікованих кадрів є одними з основних. Водночас післявоєнна відбудова, впровадження інноваційних технологій та покращення фінансових умов створюють значні можливості для зростання та розвитку галузі. При цьому розвиток підприємств будівельної галузі України становитиме базис відновлення зруйнованих внаслідок війни з РФ інфраструктури й житлового фонду. Як зазначено в [32], в умовах «колосальних за масштабом потреб відбудови України нагальними стануть технології, що пропонують інноваційні рішення у сфері житлової, промислової та комерційної нерухомості протягом усього її життєвого циклу» (проектування, будівництво, управління та експлуатація).

У цих умовах зростає необхідність підвищення ефективності бізнес-процесів. Для компаній будівельної галузі це має починатися з покращення ефективності проекту, що означатиме його маржинальність, зниження фінансового ризику, підвищення продуктивності, якості та стійкості, разом зі зменшенням загальної вартості життєвого циклу активів. Досягнення цього потребує перевірки, перегляду та вдосконалення бізнес-процесів та систем, що підтримують ці процеси, завдяки новим цифровим підходам [31].

На думку Касич А. та Соколовської К. [33], основним важелем забезпечення розвитку української будівельної галузі є саме цифровізація, оскільки вона дозволяє скоротити витрати на проектування та зменшити терміни реалізації проекту, допомогти у створенні нових бізнесів і джерел доходів. Також цифрові технології можуть підвищити ефективність і якість будівництва [38]. Це узгоджується з загальними світовими трендами розвитку

будівельної галузі, оскільки процеси цифровізації будівництва охопили сьогодні всі країни світу [39; 41–50].

Через важливу роль BIM у процесах розвитку сучасного будівництва урядами країн світу приділяється значна увага запровадженню технологій інформаційного моделювання. Наприклад, уряд Великої Британії запровадив 2D BIM як обов'язковий елемент для всіх робіт у державному секторі ще у квітні 2016 р. Мандат був запроваджений через зростаючу потребу в державній інфраструктурі та витратах, а також у боротьбі з поточним негативним впливом галузі на навколишнє середовище. З моменту введення в дію цього мандату використання BIM серед учасників будівельного ринку зросло на 8 % за наступні три роки. Також це рішення сприяло економії 855 млн фунтів стерлінгів на будівельних проєктах у Великій Британії у 2016 р. [40].

Як зазначається в дослідженні Bousfield L. та ін. [40], проведене опитування респондентів-представників будівельної галузі Великої Британії показало, що 59 % з них зазначили позитивну рентабельність інвестицій у BIM, причому понад 25 % зазначили, що впровадження BIM має дуже високу позитивну рентабельність інвестицій.

Інші розвинені країни також активно запроваджують ініціативи з використання цифрових технологій у будівництві. Так, наприкінці 2015 р. Федеральне міністерство транспорту та цифрової інфраструктури Німеччини створило комісію з реформ «Будівництво великих об'єктів» і запустило ряд політичних проєктів. Із середини 2017 р. транспортні інфраструктурні проєкти в Німеччині здійснюються переважно за підтримки BIM, і передбачено обов'язкове застосування BIM у федеральних транспортних інфраструктурних проєктах із 2020 р. [51].

Нідерландами, Данією, Фінляндією та Норвегією також уведено зобов'язання використовувати BIM для будівельних об'єктів, зокрема тих, що фінансуються з бюджету.

Інші цифрові технології в будівництві також отримують подальшого розвитку, і поштовхом для цього є певні державні ініціативи. Так, дослідження щодо застосування дронів та БПЛА у будівельній галузі Великої Британії були дещо обмежені, проте в результаті прийняття урядом Великої Британії у 2019 р. «Законопроекту про сучасний транспорт» використання дронів/БПЛА у будівництві значно зросло [40]. Загалом останнім часом використання БПЛА та дронів зазнали значного поширення через підвищення їх технологічності, доступність і точність результатів, що отримуються завдяки ним. Це означає, що застосування цих технологій стає нормою, і вони матимуть широке застосування в різних сферах: безпеки об'єктів, зйомці будівельних майданчиків, відстеження ходу та прогресу у будівництві об'єктів і т. ін.

Українська будівельна галузь наразі має низький рівень цифровізації, а BIM-технології застосовуються поки що недостатньо, але активно розвиваються. Вже є певні позитивні приклади їх застосування, серед яких будівництво великих торговельно-розважальних центрів (наприклад, Ocean Plaza та Республіка у м. Київ), мультифункціональних об'єктів зі складною внутрішньою інфраструктурою (наприклад, укриття над ЧАЕС) .

Уряд України здійснює певні кроки у підтримці розвитку цифровізації, зокрема будівельної галузі.

У 2018 р. Урядом було схвалено «Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки» та затверджено план заходів щодо її реалізації [17]. Концепція передбачала реалізацію ряду заходів щодо: впровадження відповідних стимулів для цифровізації економіки, суспільної та соціальної сфер; усвідомлення наявних викликів та інструментів розвитку цифрових інфраструктур; набуття громадянами цифрових компетенцій; визначення критичних сфер і проєктів цифровізації; розвитку внутрішнього ринку виробництва, використання і споживання цифрових технологій.

Окрему увагу було приділено Урядом цифровій трансформації регіонів. Так, однією з пріоритетних цілей, що визначені в Державній стратегії

регіонального розвитку України на 2021–2027 рр. [52], є цифрова трансформація регіонів. Стратегією цифрової трансформації регіонів, розробленою Міністерством розвитку громад та територій України, передбачено такі основні напрями: розвиток електронної інфраструктури та цифровізація процесів; запуск загальнонаціональних проєктів цифрової трансформації; створення Програми цифрового розвитку регіонів. Також Міністерством розвитку громад та територій України розробляються загальнодержавні проєкти цифрового розвитку у сферах будівництва, регіонального розвитку та житлово-комунального господарства, що мають на меті створення цифрового простору для переведення послуг в онлайн-формат.

У 2021 р. розпорядженням Кабінету Міністрів України було затверджено розроблену Міністерством розвитку громад та територій України Концепцію впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні, а також план заходів з її реалізації [53].

З липня 2020 р. Міністерством цифрової трансформації та Міністерством розвитку громад та територій за підтримки USAID за проєктом «Прозорість та підзвітність у державному управлінні та послугах/TAPAS» запроваджено запуск першого етапу Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва (далі – ЄДЕССБ) з метою покращення якості надання адміністративних, інших послуг у сфері будівництва, зниження корупційних ризиків під час їх надання, забезпечення публічності надання таких послуг [55–57].

Згідно з положенням законодавства ЄДЕССБ – це єдина інформаційно-комунікаційна система у складі містобудівного кадастру, що забезпечує створення, перегляд, відправлення, прийняття, збирання, внесення, накопичення, обробку, використання, розгляд, зберігання, захист, облік і надання інформації у сфері будівництва, а також електронну взаємодію між фізичними та юридичними особами, державними органами, органами місцевого самоврядування, центрами надання адміністративних послуг із метою отримання визначених цим Законом послуг у сфері будівництва [58].

З 1 грудня 2022 р. ЄДЕССБ функціонує в режимі «промислової» експлуатації згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України № 565 від 20.05.2020 р. «Про затвердження плану заходів щодо створення та запровадження Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва». Продовжується розвиток інструментів та електронних сервісів в ЄДЕССБ, проте на період дії в Україні правового режиму воєнного стану частина функціоналу є обмеженою [55–57].

Проте шлях цифровізації будівельної галузі України ще тільки розпочався і потребуватиме багато зусиль і державної підтримки, використання позитивного зарубіжного досвіду зокрема [59].

Цифровізація будівельної галузі як України, так і інших країн світу стикається з низкою викликів і перешкод. Як зазначається в [40], хоча ідея цифровізації будівельної галузі не є новою, очікувані вигоди від її впровадження мають певні обмеження і часто ігноруються через бар'єри, з якими наразі стикається галузь.

На основі масштабного опитування представників бізнесу Великої Британії щодо внутрішніх і зовнішніх бар'єрів для цифрової трансформації підприємств будівельної галузі Bousfield L. та ін. [40] визначили такі з них (рис. 3.3).

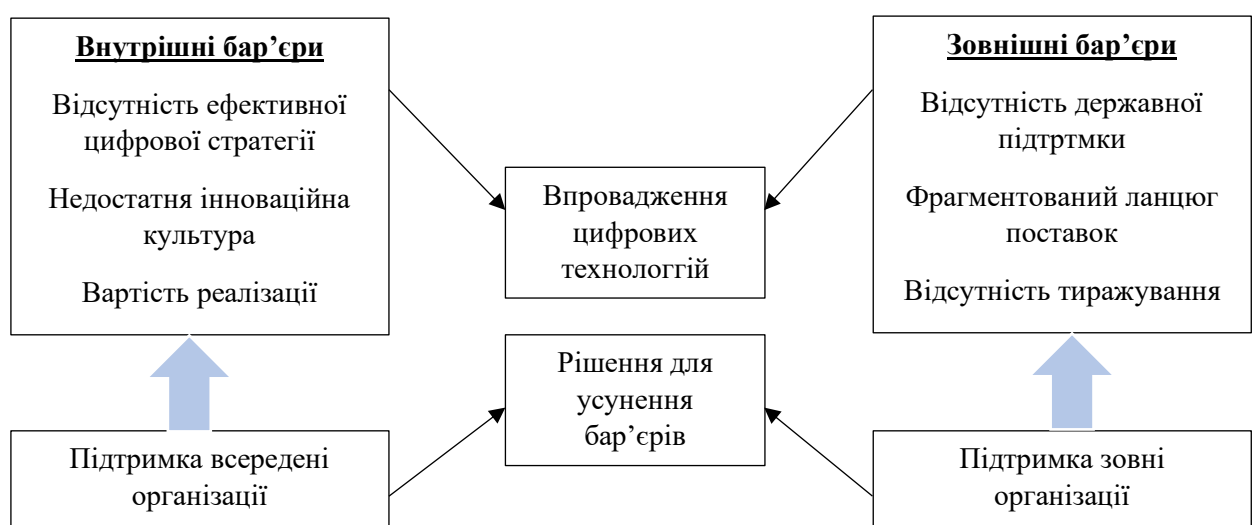


Рис. 3.3. Внутрішні та зовнішні бар'єри для цифрової трансформації

Джерело: [40]

Загалом можна виділити такі виклики та перешкоди цифровізації в будівельній галузі:

- необхідність інвестування та фінансові ризики, що з цим пов'язані. Впровадження цифрових технологій на підприємствах будівельної галузі вимагає значних інвестицій у купівлю відповідного обладнання, програмного забезпечення та підготовку персоналу. Великі початкові витрати на впровадження цифрових технологій в компанії вважаються однією з вагомих причин недостатнього їх запровадження;
- відсутність ефективної цифрової стратегії. Якщо немає узгодженої стратегії в усіх сферах бізнесу, впровадження цифрових технологій не буде ефективним. Відсутність цифрової стратегії є одним із найбільших бар'єрів для цифровізації підприємств галузі на початкових етапах їх розвитку, оскільки вони не можуть компетентно оцінити свої стратегічні впливи;
- брак цифрових компетенцій і знань. Впровадження нових технологій вимагає кваліфікованих фахівців, яких може не вистачати. В Україні, де цифрові технології в будівництві тільки розвиваються, наразі існує гостра нестача кваліфікованих кадрів для роботи з новітніми цифровими рішеннями, зокрема з BIM;
- недостатня інноваційна культура. Цифрова трансформація компанії може відбутися лише за умови внесення як цифрових, так і культурних змін до бізнес-моделі. Проблема інноваційної (цифрової) культури є дуже важливим фактором, що визначає готовність і сприйняття персоналом компанії цифрових новацій, а отже, і загальний успіх цифрової трансформації.
- тривалість перебудови виробничих і бізнес-процесів. Зазначена проблема в Україні ускладнюється відсутністю чіткого розуміння економічних ефектів як на короткостроковому горизонті планування, так і в більш тривалому (через брак досвіду та достатньої інформації про успішні трансформації);

- проблеми сумісності. Різні цифрові технології можуть мати різні формати даних, що ускладнює сумісність їх використання на різних етапах проєкту;
- недоліки стандартизації. У будівельній галузі не існує єдиної системи стандартизації для використання цифрових технологій, що може ускладнювати сумісність і обмін інформацією між учасниками проєкту. Складність поєднання інформаційних моделей, створених кількома командами за допомогою різних програмних інструментів, частково вирішується в рамках концепції OpenBIM, що передбачає взаємодію великих команд без прив'язки до конкретного програмного забезпечення;
- різний рівень цифрової зрілості великих будівельних компаній і малих та середніх підприємств, які виступають субпідрядниками;
- відсутність підтримуючих урядових ініціатив [37; 40; 44].

Впровадження BIM в Україні додатково стикається з рядом бар'єрів, серед яких:

- висока вартість програмних комплексів BIM порівняно із вартістю проєктних послуг;
- рентабельність переважно для великих, типових або закордонних проєктів;
- неврегульованість нормативної бази щодо статусу інформаційного моделювання та його впровадження у процес будівництва на всіх етапах;
- недосконале законодавство, яке допускає виробництво конструкцій некваліфікованими учасниками;
- невизначеність розподілу відповідальності та права інтелектуальної власності;
- неготовність інвесторів вкладати додаткові кошти в інформаційні моделі, що можуть бути використані не тільки при будівництві, але і при експлуатації об'єктів;

- інерціальність і традиційність будівельної галузі, недостатнє розуміння переваг BIM і неготовність виконавців проєктування;
- асиметричність ризиків і винагород у будівництві;
- відсутність стандартизованих бізнес- і контракт-моделей у будівництві, до яких міг би бути прив'язаний наскрізний процес BIM [47].

Проте існує цілий ряд чинників, що стимулюють впровадження BIM в Україні та робить цей процес незворотним. Серед них: орієнтація на зарубіжний досвід і вимоги до якості проєктування та будівництва, зовнішні західні ринки тощо; імплементація європейських будівельних норм; зростання вартості енергоносіїв, що змушує девелоперів і власників переходити на технології BIM, будівництва та експлуатації з високим рівнем прогнозування та контролю; впровадження енергоощадних програм і реформ, що спонукає державу виступати ефективним ощадним власником; залучення та освоєння закордонних інвестицій та програм вимагатиме дотримання відповідних стандартів проєктування та будівництва, а також дієвого контролю за виконанням проєктів і використанням коштів [47].

Загалом BIM отримує своє визнання серед українських проєктантів і забудовників. Згідно з проведеними опитуваннями, понад 60 % українських організацій будівельної сфери зазначають серед основних ефектів від упровадження BIM поліпшене розуміння проєкту всіма учасниками, вищу якість проєкту, доступність інформації, швидке передавання даних і обмін інформацією. У 81 % опитаних організацій ефект від використання BIM, реально отриманий під час роботи з проєктами, перевершив їх очікування [44].

Водночас у загальній своїй масі вітчизняні підприємства будівельної галузі доволі повільно переходять до BIM-проєктування і будівництва на основі єдиної інформаційної моделі об'єкта, використовуючи елементи BIM лише на етапі проєктування, що, як зазначає Дубінін Д. [60], лишає таке моделювання сенсу через те, що кінцевою метою є управління об'єктом протягом всього його життєвого циклу (що включає проєктування, зведення, експлуатацію і ліквідацію об'єкта). Проте, незважаючи на перешкоди,

перспективи переходу на BIM українських будівельних і проєктних підприємств є багатообіцяючими, оскільки лише така зміна технологій забезпечуватиме прогрес [1; 65].

Згідно з дослідженням Samuelson O. [61], що присвячено бібліометричному аналізу цифрових трансформацій в будівництві, більше всього уваги науковцями присвячено саме технології BIM, як головному двигуну цього процесу. Також, як зазначає Shadram F. та ін. [62], BIM – це не тільки технологія, але й метод і спосіб роботи будівельної компанії. Він надає можливість багатьом учасникам різних професій і функцій зберігати та передавати інформацію протягом усього процесу будівництва. Згідно з Papadonikolaki E. та ін. [63], в цей час BIM вважається найбільш репрезентативною цифровою технологією та агрегатором інформації в будівництві в усьому світі, що обіцяє модернізувати будівництво, хоча і створює ряд нових викликів.

На цей час вже цілий ряд досліджень науковців присвячено розробці узагальненого бачення цифрової трансформації саме компаній будівельної галузі. Серед них доцільно виділити роботу Vial G. [64], а також дослідження Samuelson O. [61], в якому розвинено наробки Vial G. щодо засад цифрової трансформації підприємств будівельної галузі. Результатом розвідок науковця став фреймворк цифрової трансформації для компаній будівельної галузі (рис. 3.4). В ньому синім кольором виділено запропоновані Samuelson O. [61] удосконалення моделі Vial G. [64].

Загалом запропонована модель (фреймворк) комплексно відображує ключові аспекти цифрової трансформації будівельних підприємств. Як видно з рис. 3.4, одним із перших і важливих етапів (блоків), що відповідає за подальшу реалізацію трансформації, є формування стратегічних відповідей (стратегії цифрового бізнесу та стратегії цифрової трансформації), в основі яких, як було визначено у розділі 2, лежить оцінка наявної цифровізації та цифрової зрілості компанії тощо задля визначення шляхів її поглиблення.

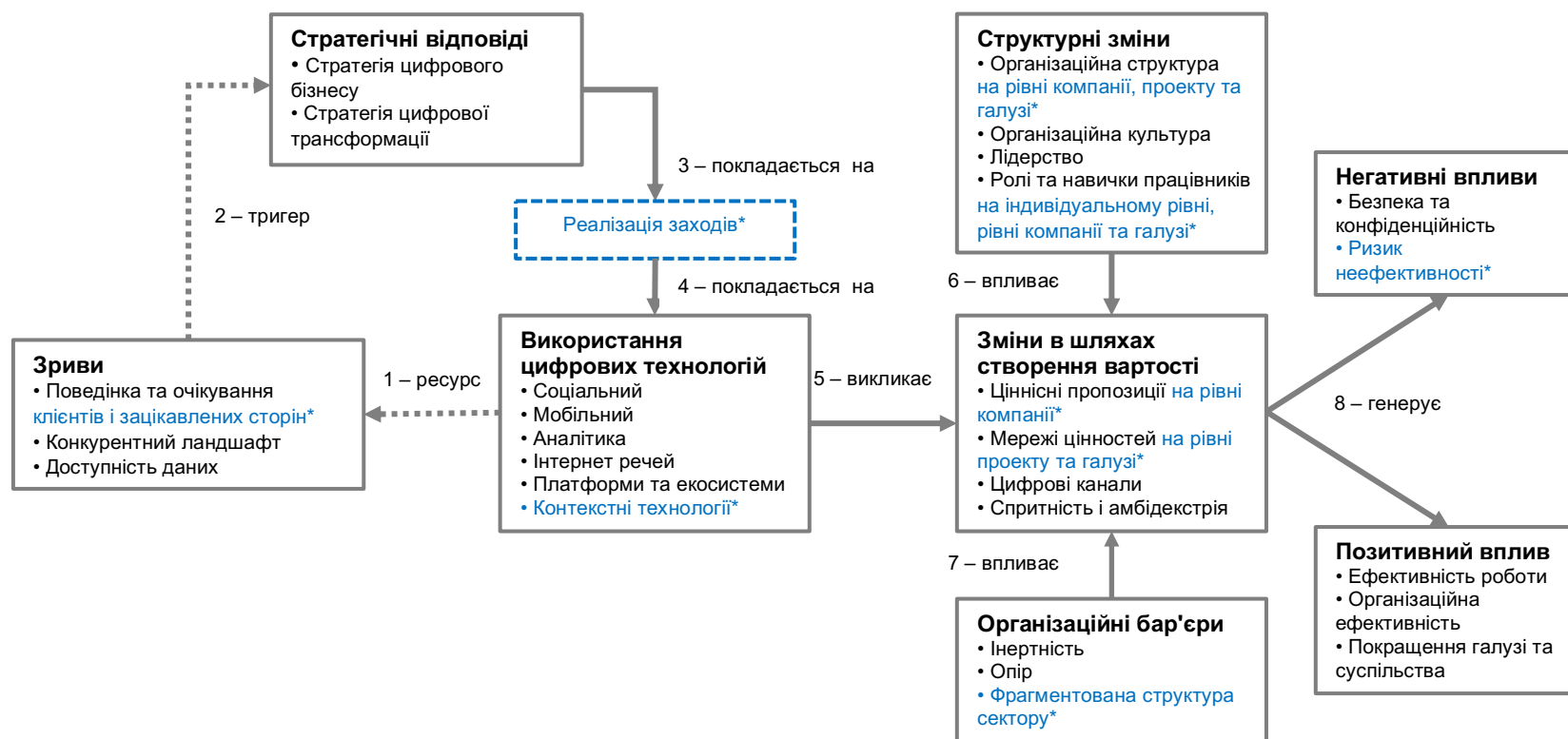


Рис. 3.4. Фреймворк цифрової трансформації для компаній будівельної галузі

Джерело: [61]

Отже, цифровізація сьогодні є незворотним трендом розвитку будівельної галузі в усьому світі. Впровадження цифрових технологій є важелем підвищення конкурентоспроможності та розвитку виробничого потенціалу будівельних підприємств через оптимізацію процесів будівництва та витрат на нього, поліпшення якості і безпеки робіт, удосконалення управління проєктами.

Запровадження цифрових технологій в будівельних компаніях є, безумовно, процесом складним, який стикатиметься з цілим рядом викликів, тому дуже важливим є вироблення виваженого підходу до цифрової трансформації, що враховуватиме потреби компанії, її цифрову зрілість і цифрову культуру, правильно вибрані цифрові технології, здатні досягти поставлених цілей, фінансове та часове планування зазначеного процесу.

3.3. Методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України

Ключовим етапом формування стратегії цифрової трансформації та її подальшої реалізації є оцінювання цифровізації та цифрової зрілості підприємства з метою визначення шляхів цифрової трансформації і вибору відповідних цифрових технологій.

Як було визначено у розділі 2, цифрова трансформація є завершальним етапом запровадження цифрових технологій, якому передують оцифрування, а потім цифровізація.

При аналізі процесів цифровізації має враховуватися специфіка підприємства та сфера, в якій воно працює. Це суттєво впливає на умови та можливі напрямки його цифрової трансформації, вибір цифрових технологій тощо.

Будівництво є однією з провідних галузей економіки будь якої країни світу, що впливає на розвиток матеріальної бази інших її виробничих і невиробничих галузей.

Будівельна галузь має такі особливості, що визначають її розвиток:

- відноситься до матеріальної сфери, але не виробляє товари та не надає послуг, а виконує роботи зі створення основних фондів (будівель і споруд) для інших галузей економіки та житла безпосередньо для населення;
- працює на основі великого переліку нормативних актів і дозвільної документації для допуску до виконання будівельних робіт;
- продукція галузі (будинки та споруди) носять індивідуальний характер, що і впливає на визначення цін на них;
- до виконання будівельних робіт залучається значна кількість субпідрядних організацій;
- ринок підрядних робіт, як правило, має регіональні рамки, а виробництво та постачання будівельних матеріалів і конструкцій може мати широку географію, включаючи імпорт;
- конкуренція в будівництві відбувається на стадії проведення торгів на спорудження об'єктів;
- проектування є початком і основою діяльності підприємств галузі;
- більшість будівельних робіт здійснюється на відкритому повітрі, отже, в них багато процесів залежить від кліматичних умов;
- виробничий цикл у будівництві характеризується тривалістю, через що одночасно існує досить багато об'єктів незавершеного будівництва;
- будівництво має високу матеріалоємність;
- вартість будівництва визначається не на стадії здачі об'єкта, а під час заключення договору;
- у процесі будівництва вартість об'єкта може змінюватися за об'єктивними та суб'єктивними причинами.

Будівельні підприємства як суб'єкти будівельної галузі мають таке зовнішнє середовище (рис. 3.5).

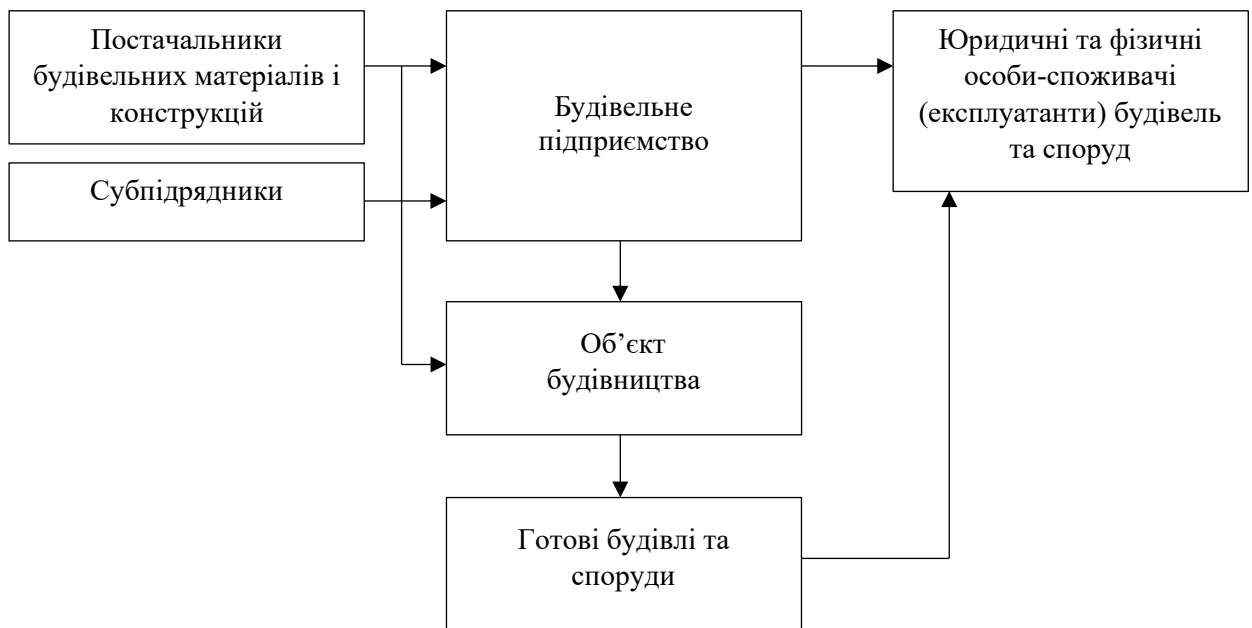


Рис. 3.5. Зовнішнє середовище будівельних підприємств

Джерело: сформовано автором

Будівлі та споруди як готові об'єкти будівельної галузі мають свій життєвий цикл – період часу, протягом якого здійснюється їх проектування, будівництво, експлуатація (поточний та капітальний ремонт, реконструкція), знос (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Життєвий цикл будинків і споруд

Джерело: [66; 67]

Виходячи зі стадій життєвого циклу будинків і споруд (рис. 3.6) класифікацію будівельних підприємств залежно від видів їх діяльності можна подати таким чином (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Класифікація будівельних підприємств залежно від видів діяльності

Джерело: сформовано автором

Цифрова трансформація будівельних підприємств передбачає реалізацію трьох етапів даного процесу (I – Комп'ютеризація та інформатизація; II – Автоматизація та роботизація; III – Цифровізація), що складаються з відповідних складових (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Етапи та складові цифрової трансформації будівельних підприємств

I етап	II етап	III етап
Комп'ютеризація та інформатизація	Автоматизація та роботизація	Цифровізація
Технологічні та управлінські операції	Основні бізнес-процеси	Бізнес-моделі

Джерело: сформовано автором

Сутність наведених в табл. 3.9 етапів і складових полягає у такому.

Комп'ютеризація та інформатизація технологічних і управлінських операцій включає апаратне, мережеве та програмне забезпечення.

Апаратне забезпечення складається з технічних пристроїв, що призначені для кодування, обробки, зберігання та передачі інформації в цифровій формі (комп'ютери, модеми, сканери та ін.).

Мережеве забезпечення являю собою програмно-апаратний комплекс, що включає в себе комунікаційне устаткування, кабельну систему і мережеві операційні системи.

Програмне забезпечення становить сукупність програм системи оброблення інформації та програмних документів.

Роботизація основних бізнес процесів є процесом впровадження роботів у виробничий процес з метою підвищення продуктивності та ефективності праці.

Цифровізація – це, як зазначалося, вище, – процес запровадження цифрових технологій в усі сфери діяльності, від окремих технологічних і управлінських операцій до бізнес-процесів і, нарешті, всієї бізнес-моделі будівельного підприємства.

Технологічні й управлінські операції являють собою окремі частини технологічного чи управлінського процесу, сукупність дій, що характеризуються однорідністю змісту та виконуються на одному робочому місці.

Бізнес-процеси можна класифікувати на:

- основні, що створюють цінність для клієнтів;
- допоміжні, що підтримують основні бізнес-процеси;
- управлінські, що спрямовані на координацію та контроль основних і допоміжних процесів.

Бізнес-модель являє собою концептуальний опис підприємницької діяльності будівельного підприємства. Бізнес-модель є системним і наочним відображенням того, як підприємство функціонує на всіх своїх рівнях, як створює цінність для клієнтів, що забезпечує необхідний рівень продажів і відповідний прибуток [68]. Бізнес-модель підприємства являє собою сукупність елементів, що характеризують логіку його функціонування на основі ефективного використання в бізнес-процесах компетенцій і стратегічних ресурсів із метою створення продукту або послуги з високою

цінністю, що відповідає пріоритетам споживачів і забезпечує зростання результативних показників діяльності підприємства [69].

Загалом бізнес-моделі можуть створюватися:

- для продукту або послуги (групи однорідних товарів (послуг);
- для підприємства;
- для групи підприємств або холдингу [65].

Основними завданням бізнес-моделі є перетворення внутрішніх «входів» бізнесу (ресурси, технології, компетенції) у зовнішні «виходи» – економічну цінність для покупців і фінансовий результат для підприємства [64].

Сьогодні виділяються різні підходи до формування бізнес-моделі підприємства, серед яких: гуманітарний, процесний, онтологічний та управлінський [69]. Також науковцями та практиками розроблено значну кількість бізнес-моделей і їх шаблонів [69–72].

У цьому дослідженні для побудови бізнес-моделі будівельного підприємства пропонується використовувати шаблон, розроблений Остервальдером А. та Ів. Піньє [72] як достатньо комплексний та зручний для застосування (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Шаблон бізнес-моделі Остервальдера А. та Піньє І.

Ключові партнери	Ключові види діяльності	Ціннісна пропозиція	Взаємовідносини з клієнтами	Споживчий сегмент
	Ключові ресурси		Канали збуту	
Структура витрат			Потоки надходження доходів	

Джерело: [72]

У табл. 3.11 наведено бізнес-модель будівельного підприємства.

Таблиця 3.11

Бізнес-модель будівельного підприємства*

<u>Ключові партнери</u>	<u>Ключові види діяльності</u>	<u>Ціннісна пропозиція</u>	<u>Взаємовідносини з клієнтами</u>	<u>Споживчий сегмент</u>
Проєктні організації Постачальники будівельних матеріалів і конструкцій Підрядні організації	Проєктування Будівництво Експлуатація <u>Ключові ресурси</u> Автоматизовані процеси та робототехніка 6D BIM Цифровий двійник	Ціна Якість Терміни } Об'єктів будівництва	Умови оплати вартості житла Вимоги до планування житла та якості будівельних матеріалів Виконання термінів робіт та здачі будівельних об'єктів <u>Канали збуту</u> Сайт будівельної компанії	Проєктування Високоякісне та дороге житло Житло середньої якості та ціни Дешеве житло економ-класу Експлуатація будівель
<u>Структура витрат</u> по видах діяльності (проєктування, будівництво, експлуатація) та статтях			<u>Потоки надходження доходів</u> від: проєктних робіт; будівельних робіт; експлуатації будівель	

* - на прикладі забудовника житлової нерухомості

Джерело: сформовано автором [74]

Як було обґрунтовано в попередніх розділах, найважливішою комплексною технологією, що дозволяє здійснити повну цифровізацію будівельного підприємства від окремих операцій, бізнес-процесів до бізнес-моделі на всіх етапах життєвого циклу будівельного об'єкта, є BIM-технологія.

Рівні BIM було детально описано в розділі 2.3 (див. табл. 2.5).

У табл. 3.12 наведено рівні BIM по стадіях життєвого циклу будівельного об'єкта.

Таблиця 3.12

Відповідність рівнів BIM стадіям життєвого циклу будівельного об'єкта

Рівні BIM	Сутність
3D BIM	Тривимірна BIM-модель об'єкта будівництва
4D BIM	3D BIM + Віртуальна модель будівлі з планами побудови та можливістю контролю процесу будівництва
5D BIM	4D BIM + Більш точна кошторисна документація, а також можливість контролю витрат на стадії будівництва
6D BIM	5D BIM + Можливість моделювання та управління будівельним об'єктом протягом цілого циклу життя від проектування до експлуатації та ліквідації

Джерело: сформовано автором на основі джерел [35; 39; 47-49; 60; 65-66]

Задачі, що вирішуються BIM на різних стадіях життєвого циклу об'єкта, подано в табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Задачі BIM різних стадіях життєвого циклу будівельного об'єкта

Стадія життєвого циклу	Задачі
1	2
Проектування	- Створення та наповнення тривимірної моделі об'єкта будівництва - Розрахунок вартості будівництва, складання кошторисів - Аналіз і прорахунок будівельних конструкцій - Інженерні розрахунки - Автоматичне формування креслень
Будівництво	- 3D-сканування і порівняння результатів з BIM-моделлю - Прорахунки матеріалів, складання кошторисів - Синхронізація графіку будівництва з BIM-моделлю

1	2
	- Візуалізація представлення поточних темпів робіт, відображення відхилень від виконання графіку
Експлуатація	- Формування та аналізування достовірної інформації по об'єкту будівництва - Інтеграція з системами експлуатації будинку - Моніторинг стану будівельних конструкцій - Створення додатків для користувачів та компаній, що обслуговують будинки - Створення додатків для аналізу та регулювання енергоспоживання

Джерело: сформовано автором [74]

У табл. 3.14 наведено цифрову бізнес-модель будівельного підприємства, що створена на основі BIM.

Структурно-логічну схему цифровізації будівельного підприємства наведено на рис. 3.8. Виходячи з цієї структурно-логічної схеми оцінку рівня цифровізації будівельного підприємства пропонується здійснювати на основі інтегрального показника I_{PC} , що враховує види його діяльності, таким чином:

$$I_{PC} = \sum_{i=1}^3 d_i K_i, \quad (3.1)$$

де K_i – комплексна оцінка рівня цифровізації i -го виду діяльності будівельного підприємства;

3 – максимальна можлива кількість видів діяльності будівельного підприємства (проектування, будівництво, експлуатація);

d_i – коефіцієнти значущості i -го виду діяльності для будівельного підприємства (визначаються експертним шляхом).

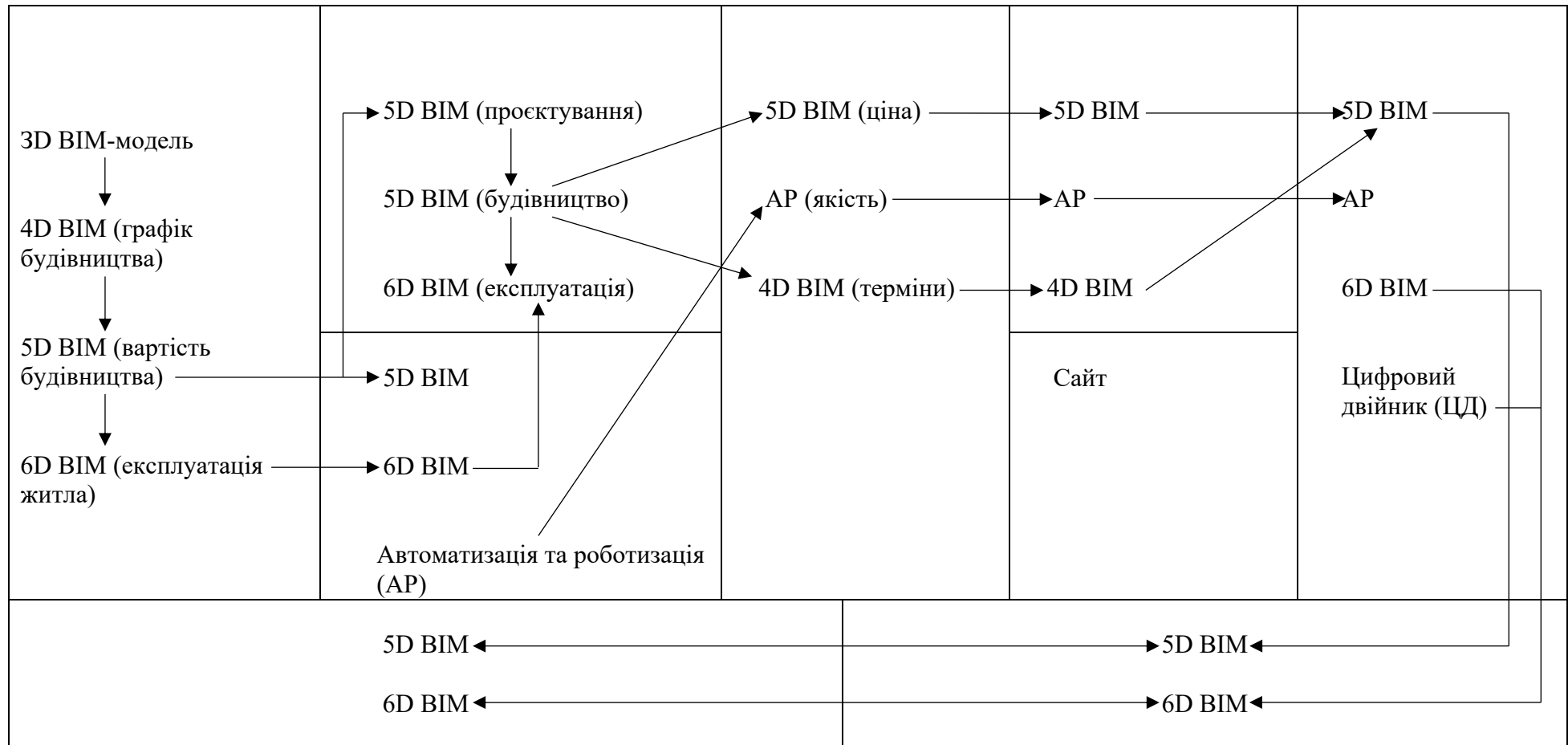
Комплексна оцінка рівня цифровізації i -го виду діяльності будівельного підприємства розраховується згідно з такою формулою:

$$K_i = \frac{\sum_{j=1}^m \frac{\sum_{l=1}^3 n_{lij}}{\sum_{l=1}^3 n_{limax}}}{m}, \quad (3.2)$$

де n_{lij} – оцінка l -го критерію рівня цифровізації i -го виду діяльності будівельного підприємства j -м експертом;

Таблиця 3.14

Цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM



Джерело: сформовано автором [7]

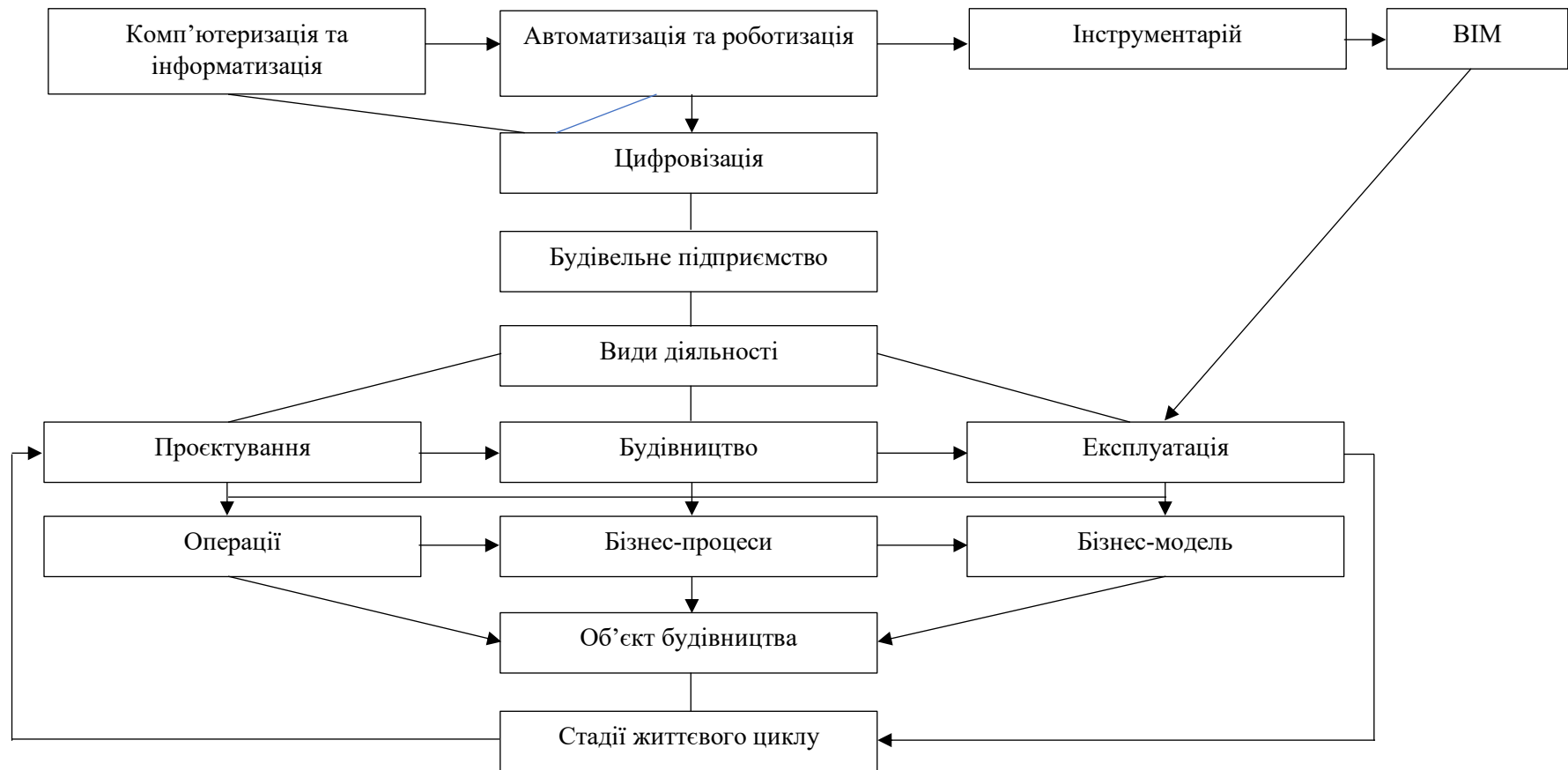


Рис. 3.8. Структурно-логічна схема цифровізації будівельного підприємства

Джерело: сформовано автором [74]

3 – кількість критеріїв оцінки рівня цифровізації i -го виду діяльності будівельного підприємства;

n_{lmax} – максимально можлива оцінка l -го критерію рівня цифровізації i -го виду діяльності будівельного підприємства;

m – кількість експертів, що здійснюють оцінку рівня цифровізації i -го виду діяльності будівельного підприємства.

Для визначення коефіцієнта значущості i -го виду діяльності будівельного підприємства в межах цього дослідження було проведено опитування експертів-фахівців за відповідним напрямком.

У табл. 3.15 наведено результати опитування.

Таблиця 3.15

Експертна оцінка значущості i -го виду діяльності будівельного підприємства з різним їх складом

Експерти	Будівельне підприємство за видами діяльності					
	Варіант 1		Варіант 2			Варіант 3
	Проектування	Будівництво	Проектування	Будівництво	Експлуатація	Будівництво
Експерт 1	0,3	0,7	0,2	0,6	0,2	1,0
Експерт 2	0,2	0,8	0,3	0,5	0,2	1,0
Експерт 3	0,4	0,6	0,2	0,6	0,2	1,0
Експерт 4	0,3	0,7	0,2	0,6	0,2	1,0
Експерт 5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,2	1,0
Середнє значення	0,34	0,66	0,24	0,56	0,2	1,0
Коефіцієнт важливості	0,3	0,7	0,2	0,6	0,2	1,0

Джерело: сформовано автором за результатами експертного опитування

Критерії експертної оцінки рівня цифровізації сфер діяльності будівельного підприємства наведено в табл. 3.16.

Оцінка рівня цифровізації по видах діяльності будівельного підприємства пропонується здійснювати за допомогою експертного опитування фахівців відповідного підприємства, що, як було доведено в попередніх розділах, є однією з найбільш поширених практик оцінки цифровізації.

Таблиця 3.16

Критерії експертної оцінки рівня цифровізації видів діяльності будівельного підприємства

Види діяльності			Експертна оцінка, бали	Цифровізація
Проектування	Будівництво	Експлуатація		
Побудова 3D BIM (тривимірної інформаційної моделі)	Комп'ютеризація (апаратне і мережеве забезпечення) та автоматизація (програмне забезпечення) окремих технологічних і управлінських операцій	Комп'ютеризація (апаратне і мережеве забезпечення) та інформатизація (програмне забезпечення) регламентних експлуатаційних операцій	До 2	Низька
Побудова 4D BIM (3D BIM + плани та графіки будівництва)	Автоматизація та роботизація основних бізнес-процесів і їх програмне забезпечення	Наявність і використання цифрового двійника для виконання окремих регламентних експлуатаційних робіт	До 3	Середня
Побудова 5D BIM (4D BIM + розрахунки вартості)	Наявність і використання цифрової бізнес-моделі на базі 5D BIM	Наявність і використання 6D BIM на базі цифрового двійника для виконання комплексу регламентних експлуатаційних робіт	До 5	Висока

Джерело: сформовано автором [74]

Для проведення опитування в межах цього дослідження було розроблено та використано анкети, що наведені в табл. Ж.1–Ж.3 Додатка Ж.

Розроблений методичний підхід до оцінки рівня цифровізації був апробований на прикладі ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк». Будівельна компанія буда створена в 2017 році та знаходиться у місті Тернополі. Компанія займається проєктуванням і будівництвом житлових будинків та позиціонує себе як молода амбіційна компанія, що впроваджує стильні та яскраві рішення, використовуючи новітні технології.

У межах цього дослідження було проведено аналіз особливостей діяльності компанії та стану запровадження процесів цифровізації в ній. Також представники компанії були долучені до експертної оцінки видів її діяльності (проєктування та будівництва) за критеріями, наведеними в табл. 3.16.

Результати експертної оцінки рівня цифровізації проєктної діяльності ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк» наведено в табл. 3.17.

Таблиця 3.17

Узагальнена анкета експертної оцінки рівня цифровізації проєктної діяльності ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк»

Критерій	Мах оцінка, бали	Експерт				
		1	2	3	4	5
Побудова 3D BIM	До 2	1	2	2	1	2
Побудова 4D BIM	До 3	1	2	1	1	2
Побудова 5D BIM	До 5	1	2	1	1	1
Разом	До 10	3	6	4	3	5

Джерело: сформовано автором за результатами експертного опитування

Результати експертного оцінювання рівня цифровізації будівельної діяльності ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк» шляхом анкетування наведено в табл. 3.18.

Таблиця 3.18

Узагальнена анкета експертної оцінки рівня цифровізації будівельної діяльності ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк»

Критерій	Мак оцінка, бали	Експерт				
		1	2	3	4	5
Комп'ютеризація та інформатизація окремих технологічних і управлінських операцій	До 2	2	2	2	2	2
Автоматизація та роботизація основних бізнес-процесів і їх програмне забезпечення	До 3	1	1	1	1	1
Наявність і використання цифрової бізнес-моделі на базі 5D BIM	До 5	1	0	1	0	0
Разом	До 10	4	3	4	3	3

Джерело: сформовано автором за результатами експертного опитування

Таким чином, рівень цифровізації ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк» становить:

$$I_{PC} = 0,3 \cdot \frac{0,3 + 0,6 + 0,4 + 0,3 + 0,5}{5} + 0,7 \cdot \frac{0,4 + 0,3 + 0,4 + 0,3 + 0,3}{5}$$

$$= 0,3 \cdot 0,42 + 0,7 \cdot 0,34 = 0,37$$

Наведені розрахунки свідчать, що ТОВ «Будівельна компанія Грін Парк» має недостатньо високий рівень цифровізації (0,37), і особливо це стосується її будівельної діяльності (0,34). У будівельній діяльності компанії низький рівень автоматизації і роботизації основних бізнес-процесів і їх програмне забезпечення, та практично відсутня цифрова бізнес-модель на основі 5D BIM. Ці напрями забезпечення цифрової трансформації і підлягають, в першу чергу, удосконаленню в компанії.

Висновки до розділу 3

У результаті проведеного вище дослідження у розділі одержано такі наукові результати теоретичного та прикладного характеру:

1. Визначено, що будівельна галузь завжди відігравала ключову роль в економіці України, забезпечуючи створення виробничої та транспортної інфраструктури, житлових умов для населення.

2. Доведено, що до війни будівельна галузь України розвивалася стабільно, демонструючи зростання у житловому та комерційному секторах. У зв'язку з воєнними діями на території України частка будівельної галузі в структурі ВВП в 2023 р. зменшилася до 1,6 %, тоді як у 2014 р. цей показник складав 2,3 %, а в останній довоєнний 2021 р. – 2,8 %.

3. На основі аналізу статистичних даних розроблено періодизацію розвитку будівельної галузі України з 2013 р. по цей час та виділено такі її етапи: I (2013–2014 рр.) – Поступове зростання та стрімке падіння; II (2015–2016 рр.) – Адаптація та початок відновлення; III (2017–2019 рр.) – Поступове відновлення та зростання; IV (2020–2021 рр.) – Падіння під впливом пандемії COVID-19; V (2022-по цей час) – Падіння під впливом війни та відновлення за рахунок міжнародної допомоги.

4. Виявлено, що внаслідок війни відбулися суттєві зміни в структурі попиту в Україні на нові об'єкти житлової нерухомості. Прифронтові регіони країни зазнали найбільшого падіння обсягів будівництва до майже 90 %, центральна частина – зменшення до 70 %, на заході країни обсяги будівництва, навпаки, зросли на 15 %, що пов'язано з релокацією бізнесу та внутрішньо переміщених осіб з регіонів активних бойових дій.

5. Обґрунтовано, що війна в Україні суттєво вплинула на будівельну галузь. Під час бойових дій було пошкоджено або знищено велику кількість будівельних підприємств та їхніх будівельних об'єктів. На сьогодні вітчизняні

підприємства будівельної галузі працюють у стані глибокої рецесії, проте вони продовжують свою діяльність в умовах постійних викликів і високих ризиків.

6. На основі аналізу діяльності підприємств будівельної галузі виявлено: ключові особливості розвитку будівельних підприємств у розвинених країнах світу та ключові аспекти розвитку підприємств будівельної галузі України, що мають забезпечити їх ефективну участь у повоєнній розбудові країни. Визначено низку труднощів, з якими стикаються українські будівельні компанії, та які впливають на їхню ефективність і здатність до розвитку.

7. Здійснено SWOT-аналіз розвитку будівельних підприємств в Україні й обґрунтовано, що будівельні підприємства в Україні мають значний потенціал для розвитку, але також стикаються з численними викликами. Післявоєнна відбудова, впровадження інноваційних цифрових технологій та покращення фінансових умов створюють значні можливості для зростання та розвитку галузі. Доведено, що нагальними стануть цифрові технології, що пропонують інноваційні рішення протягом усього життєвого циклу об'єкта будівництва.

8. На основі дослідження зарубіжного досвіду розвитку будівельних підприємств та державних ініціатив з використання цифрових технологій у будівництві в країнах світу та Україні обґрунтовано важливість впровадження технологій BIM. Визначено, що шлях цифровізації будівельної галузі України ще тільки розпочався і потребує активізації державної підтримки, використання позитивного зарубіжного досвіду тощо.

9. Сформовано низку викликів і перешкод цифровізації у будівельній галузі, та визначено ряд бар'єрів, з якими додатково стикається впровадження BIM в Україні. До них віднесено: недосконале законодавство, яке допускає виробництво конструкцій некваліфікованими учасниками; нерегульованість нормативної бази щодо статусу інформаційного моделювання та його впровадження у процес будівництва на всіх етапах; рентабельність переважно для великих, типових або закордонних проєктів;

невизначеність розподілу відповідальності та права інтелектуальної власності; висока вартість програмних комплексів BIM порівняно із вартістю проєктних послуг; неготовність інвесторів вкладати додаткові кошти в інформаційні моделі, що можуть бути використані не тільки при будівництві, але і при експлуатації об'єктів; інерціальність і традиційність будівельної галузі, недостатнє розуміння переваг BIM і неготовність виконавців проєктування; асиметричність ризиків і винагород у будівництві; відсутність стандартизованих бізнес- та контракт-моделей у будівництві, до яких міг би бути прив'язаний наскрізний процес BIM.

Виявлено також ряд чинників, що стимулюють впровадження BIM в Україні: орієнтація на зарубіжний досвід і зовнішні західні ринки тощо; імплементація європейських будівельних норм; зростання вартості енергоносіїв і запровадження енергоощадних програм і реформ; залучення та освоєння закордонних інвестицій та ін.

10. Обґрунтовано, що ключовим етапом формування стратегії цифрової трансформації та її подальшої реалізації є оцінювання цифровізації підприємства з метою визначення шляхів цифрової трансформації та вибору відповідних цифрових технологій.

11. Визначено особливості будівельної галузі України, що визначають її розвиток, і сформовано образ зовнішнього середовища вітчизняних будівельних підприємств.

12. Виходячи зі стадій життєвого циклу будинків і споруд (проєктування → будівництво → експлуатація та управління → знос) сформовано класифікацію будівельних підприємств залежно від видів їх діяльності: компанії будівельного профілю; проєктно-будівельного профілю; проєктно-будівельно-експлуатаційного профілю.

13. Визначено основні етапи та складові цифрової трансформації будівельних підприємств.

14. Розроблено бізнес-модель будівельного підприємства на основі шаблону Остервальдера та Піньє (за вимірами – Ключові партнери, Ключові

види діяльності, Ключові ресурси, Ціннісна пропозиція, Взаємовідносини з клієнтами, Канали збуту, Споживчий сегмент, Структура витрат, Потoki надходження доходів) та цифрову бізнес-модель будівельного підприємства, створену на основі BIM, в якій унормовано рівні BIM відповідно до стадій життєвого циклу будівельного об'єкта в розрізі всіх вимірів бізнес-моделі.

15. Запропоновано структурно-логічну схему цифровізації будівельного підприємства, яка враховує всіх етапи цього процесу (I – комп'ютеризація та інформатизація; II – автоматизація та роботизація; III – безпосередньо цифровізація), специфіку діяльності підприємства (будівельного профілю; проектно-будівельного профілю; проектно-будівельно-експлуатаційного профілю), складові цифровізації (технологічні та управлінські операції, бізнес-процеси, бізнес-модель підприємства) та рівні технології BIM, що реалізуються по стадіях життєвого циклу будівельних об'єктів підприємства.

16. Розроблено методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України, що базується на врахуванні стадії життєвого циклу будівельного об'єкта, оцінці рівнів впровадження BIM, етапів цифрової трансформації, а також послідовності її впровадження по ланцюжку (технологічні та управлінські операції, основні бізнес-процеси та бізнес-модель), передбачає розрахунок інтегрального показника та дозволяє обґрунтовувати напрями забезпечення цифрової трансформації підприємств, що підлягають удосконаленню.

17. Розроблений методичний підхід до оцінки рівня цифровізації апробовано на прикладі української Будівельної компанії, здійснено аналіз її діяльності, стану запровадження процесів цифровізації, оцінено рівень цифровізації та визначено основні напрями забезпечення цифрової трансформації, що в першу чергу підлягають удосконаленню в компанії.

Основні наукові результати розділу опубліковані у працях автора [1; 38; 41; 59; 65; 74].

Перелік джерел до розділу 3

1. Бондаренко Д.В., Калашникова К.Ю. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65.
2. Латишева О. В., Сайко А. Д. Будівельна галузь України: сучасний стан та її роль у забезпеченні сталого розвитку національної економіки. *Економічний вісник Донбасу*. 2019. № 2 (56).
DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2\(56\)-66-73](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2019-2(56)-66-73)
3. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. Статистичний щорічник України за 2022 рік / за ред. І. Є. Веренера. Київ : Державний комітет статистики України, 2023. 387 с.
5. Статистичний збірник «Національні рахунки України» за 2022 рік / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2024/02/nru_22.pdf
6. Валовий внутрішній продукт у фактичних цінах за 2023 рік. Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/vvp/vvp_kv/vvpf_23_ue.xls
7. Обсяг виробленої будівельної продукції за видами у 2010-2023 роках. Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/bud/ovb_vid/ovb_10-22ue.xls
8. Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію, за видами (2018-2023). Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/bud/kzp_Ukr/kzp_Ukr18-20ue.xlsx
9. Прийняття в експлуатацію житлових будівель за видами. Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/ibd/ibd_rik/xls/ezb_u11_bez.xls

10. Загальна площа нежитлових будівель, прийнятих в експлуатацію, за видами (2018-2023). Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/bud/kzp_Ukr/nkzp_Ukr%2018-20ue.xlsx

11. Загальна площа житлових будівель на початок будівництва за видами (2018-2023). Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/bud/kzpb_Ukr/kzpb_Ukr18-20ue.xlsx

12. Загальна площа нежитлових будівель на початок будівництва за видами (2018-2023). Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/bud/kzpb_Ukr/nkzpb_Ukr18-20ue.xlsx

13. Прийняття в експлуатацію житла за регіонами. Експрес-випуски / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/open_data/2022/63.xlsx

14. Паламарчук О., Петришина С. Будівельна галузь України: стан та прогнози. *Економіка та суспільство*. 2023. № 51.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-51-45>

15. Основні тренди будівельного ринку України під час воєнного стану / Інвестиційний портал InVenture. URL: <https://inventure.com.ua/uk/analytics/formula/osnovni-trendi-budivelnogo-rinku-ukrayini-pid-chas-voyennogo-stanu>

16. Повоєнне відновлення: шанс для розвитку будіндустрії / Укрінформ. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3690313-povoenne-vidnovlenna-sans-dla-rozvitku-budindustrii.html>

17. Адамська І. Сучасний стан й тенденції розвитку будівельної галузі України. *Галицький економічний вісник*. 2019. № 5 (60). С. 7–15.

DOI: https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2019.05.007

18. Коба О. В. Ризики і загрози економічній безпеці підприємств будівельної галузі. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2020. № 6. С. 352–358.

DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2020-288-6-58>

19. Дмитренко В. І. Проблеми та перспективи розвитку підприємств будівельної галузі. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2020. № 2 (58). С. 120–127.

DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2020-58-120-127>

20. Komelina O. V., Vasiuta V. V., Miniailenko I. V. Spatial development of construction: modeling and its financial and investment support. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. № 3.2. С. 183–190.

21. Бенч Н. В умовах війни: що відбувається у будівельному секторі // Інтерфакс-Україна : інформаційне агентство. 2023. URL: <https://interfax.com.ua/news/blog/896001.html>

22. Кількість діючих суб'єктів господарювання за видами економічної діяльності (2010-2022). Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/fin/pssg/ksg_ek_2010_2021_ue.xlsx

23. Кількість підприємств за видами економічної діяльності з розподілом на великі, середні, малі та мікропідприємства (2010-2022). Статистична інформація / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/fin/fin_new/Kp_kved_10_21.xlsx

24. Будівельна галузь у 2019 році // РБК-Україна : український портал новин. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/stroitel'naya-otrasl-2019-godu-pokazala-rekordnyy-1579790957.html>

25. Калініченко Л. Л., Сидорова Ю. Р. Аналіз тенденцій розвитку будівельної галузі та будівельної продукції України. *Молодий вчений*. 2017. Вип. № 4.4 (44.4). С. 64–69 URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2017/4.4/15.pdf>

26. Гуцало А. В. Економіко-управлінський реінжиніринг бізнес-процесів підрядного підприємства : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Київ, 2017. 222 с.

27. Філіппов О., Кириллов І., Шумак Л. Економічна модернізація будівельної галузі України. *Глобальні проблеми оновлення житлового фонду в умовах війни. Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*. February 24, 2023. Singapore. Р. 19–28. URL: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/739>

28. Боровик М. В., Балкова В. Ю. Особливості управління інформаційно-комунікаційним забезпеченням діяльності підприємств будівельної галузі // Стратегічні пріоритети соціально-економічного розвитку в умовах інституційних перетворень глобального середовища : матеріали Х Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 11 листоп. 2022 р.). Одеса, 2022. С. 10–13. URL: https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/epf/ekonom_pidpr/naukova_diyalnist/conf_2022.pdf#page=10

29. Копчак Ю., Лобунець Т., Луковський, Р. SWOT-аналіз як важливий інструмент у розробці стратегії бізнесу. *Економіка та суспільство*. 2024. № 61.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-146>

30. Helms M., Nixon J. Exploring SWOT analysis – where are we now? : A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*. 2010. No. 3. P. 215–251.

DOI: <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>

31. Прогноз розвитку галузі будівництва у 2023 році / Компанія Alter Systems. URL: <https://ua.ifsukraine.com/prognoz-rozvitku-galuzibudivnictva-u-2023-roci/>

32. Цифровізація будівельної галузі. URL: <https://cases.media/en/article/cifrovizaciya-budivelnoyi-galuzi>

33. Касич А. О., Соколовська К. В. Перспективи цифровізації діяльності підприємств будівельної галузі // Наукові дослідження: парадигма

інноваційного розвитку : тези допов. XII Міжнар. наук. конф. (Прага, Чехія, «28» вересня 2022 р.). URL: <https://www.inter-nauka.com/uploads/public/16654089599717.pdf>

34. The next normal in construction / McKinsey & Company. URL: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital%20projects%20and%20infrastructure/our%20insights/the%20next%20normal%20in%20construction/executive-summary_the-next-normal-in-construction.pdf

35. Bilov V., Goi V., Mamonov K., Tregub O., Levchenko O. Advantages of building information modeling (BIM) during the operational life. *Amazonia Investiga*. 2023. No. 12 (68). P. 346–363.

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2023.68.08.32>

36. Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology / World Economic Forum. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report_.pdf

37. Цифровізація будівельної галузі. URL: <https://dedalsoft.com.ua/blog/tsifrovizatsiya-budivelnoi-galuzi>

38. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифрові технології майбутнього в розвитку суспільства // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (листопад 2020 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 338–347.

39. Марченко О., Коляденко Р. Цифрова трансформація будівельного бізнесу: тенденції та перспективи. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. № 4 (04). С. 20–26.

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.4-4>

40. Bousfield L., Tokbolat S., Demian P. Evaluating the current state of digitalisation of the UK construction industry. In *Data-Centric Structural Health Monitoring: Mechanical, Aerospace and Complex Infrastructure Systems*. Ed. by Mohammad Noori, Fuh-Gwo Yuan and Ehsan Noroozinejad Farsangi, Berlin, Boston: De Gruyter, 2023. P. 237–258.

DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110791426-011>

41. Бондаренко Д. В. Ключові рушії цифровізації компанії у забезпеченні її конкурентоспроможності // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : тези допов. VIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (24 листоп. 2023 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2023. С. 1004–1008.

42. Шандрік В. І. Трансформація публічного управління будівельною галуззю на засадах цифровізації: європейський та український досвід : автореф. дис. ... д-ра наук з держ. управл. : 25.00.02. Київ, 2024. URL: https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/63421/4/%D0%A0%D0%95%D0%A4%D0%95%D0%A0%D0%90%D0%A2_%D0%A8%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%BA%20%D0%92.%D0%86.pdf

43. Клочко А. А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 48. С. 61–68.
DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68>

44. Садовьяк М. Б., Мазник Ю. І., Секретар І. В., Старецький А. О., Волос М. В. Цифровізація як фактор інтенсивного розвитку виробничого потенціалу підприємств будівельної індустрії. *Академічні візії*. 2024. Вип. 28.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10667332>

45. Eastman Ch. M. The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design. January, 1975. URL: https://www.researchgate.net/publication/234643558_The_Use_of_Computers_Instead_of_Drawings_in_Building_Design

46. Van Nederveen G. A., Tolman F. P. Modelling Multiple Views on Buildings. *Automation in Construction*. 1992. № 1. P. 215–224.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)

47. BIM-технології: поняття, історія розвитку, перспективи. URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/779160/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%203.pdf

48. Трач Р. В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку. *Економіка та*

управління підприємствами. 2017. Вип. 16. С. 490–495. URL: <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf>

49. Грицеляк Р. Концепція інформаційного моделювання будівель – "BIM". URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/39146/2/MNTK_2022_Grytseliak_R-The_conception_of_building_176-178.pdf

50. Касьянов В. В. Дослідницькі методи та сучасні технології геодезії : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 115 с.

51. Інноваційне й ефективне планування та експлуатування з Wilo. URL: <https://wilo.com/ua/uk/Solutions-Finder/%D0%86%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8/BIM-CAD-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3/>

52. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.01.2018 № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text>

53. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021–2027 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 695. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF#Text>

54. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.02.2021 № 152-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text>

55. Блінова Г. О. Впровадження єдиної державної електронної системи у сфері будівництва як етап модернізації електронного урядування в Україні.

DOI: <https://doi.org/10.54929/monograph-12-2022-02-02>

56. Про реалізацію експериментального проекту щодозапровадження першої черги Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва : Постанова Кабінету Міністрів України від 1.07.2020 № 559. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/559-2020>

57. В Україні введено в експлуатацію Єдину державну електронну систему у сфері будівництва. URL: <https://sud.ua/uk/news/ukraine/255888-v-ukraine-vvedena-v-ekspluatatsiyu-edinaya-gosudarstvennaya-elektronnaya-sistemav-sfere-stroitelstva>

58. Про затвердження плану заходів щодо створення та запровадження Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.05.2020 № 565-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/565-2020-%D1%80#Text>

59. Кизим М. О., Бондаренко Д. В. Сучасні концепції побудови моделей економік країн світу // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Харків, 25 листоп. 2022 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2022. С. 825–828.

60. Дубінін Д. В. Цифрова трансформація українських будівельних і проєктних підприємств: перешкоди та можливості. *Управління розвитком складних систем*. 2023. № 56. С. 131–137.

DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.131-137>

61. Samuelson O., Stehn L. Digital transformation in construction – a review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. 2023. Vol. 28. P. 385–404.

DOI: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2023.020>

62. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Vol. 28. No. 2. P. 118–144.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>.

63. Shadram F., Johansson T. D., Lu W., Schade J., Olofsson T. An integrated BIM-based framework for minimizing embodied energy during building design. *Energy and Buildings*. 2016. Vol. 128. P. 592–604.

64. Papadonikolaki E., Krystallis I., Bethan M. Digital transformation in construction-Systematic literature review of evolving concepts / Engineering Project Organization Conference (EPOC), 2020. URL: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10113245/1/2020_EPOC-Digital%20transformation%20in%20construction-Systematic%20literature%20review%20of%20evolving%20concepts_Papadonikolaki.pdf

65. Бондаренко Д. В. Теоретичні засади цифрових трансформацій в компаніях. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 64.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-39>

66. Сухонос М. К., Шеветовський В. В., Старостіна А. Ю. Модель життєвого циклу проєктів будівництва промислових об'єктів. *Комунальне господарство міст*. 2017. Вип. 139. С. 10–14.

67. Максимов С. Н. Управління нерухомістю : підручник. 2018. URL: https://stud.com.ua/165766/menedzhment/upravlinnya_neruhomistyu

68. Бізнес-модель: що це таке, її основні види і як вибрати оптимальну. URL: <https://ag.marketing/blog/biznes-model-vidi/>

69. Швиданенко Г. О., Ревуцька Н. В. Формування бізнес-моделі підприємства : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2013. 423 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/197268606.pdf>

70. Скриль В. В. Бізнес-моделі підприємства: еволюція та класифікація. *Економіка і суспільство*. 2016. Вип. 7. С. 490–497. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/7_ukr/82.pdf

71. Business Models Blueprint – Choosing Your Business Model. Success Blueprint. URL: https://business-explained.com/shop/business-models-blueprint-choosing-your-business-model/?wickedsource=google&wickedid=Cj0KCQjwtsy1BhD7ARIsAHOi4xbY6gbRealGAilQTAnraGI9GFObBNXWP0Rq17Fj_PxIctL4BE_vY6UaAmokEALw_wcB&wickedid=&wcid=21122309170&wv

=4&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwtsy1BhD7ARIsAHOi4xbY6gbRealGailQT
AnraGl9GFObBNXWP0Rql7Fj_PxIctL4BE_vY6UaAmokEALw_wcB

72. Остервальдер А., Піньє Ів. Створюємо бізнес-модель. Київ : Вид-во «Наш формат», 2017. 288 с.

73. Гоц Х. М. Використання сучасних технологій САПР для проєктування енергоефективних будівель. *Управління розвитком складних систем*. 2012. № 11. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-11/100-106.pdf>

74. Бондаренко Д. В. Методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі. *Бізнес Інформ*. 2024. № 6. С. 93–103.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-6-93-103>

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розроблено теоретико-методичне забезпечення і практичні рекомендації з управління цифровою трансформацією підприємств будівельної галузі України.

Проведене дослідження дозволило отримати низку взаємопов'язаних результатів теоретичного й емпіричного рівнів.

На теоретичному рівні в роботі отримано такі наукові результати:

1. Уточнено тлумачення поняття «цифрова трансформація підприємства» як послідовна реалізація на ньому стратегічних змін, що передбачають запровадження цифрових технологій у всіх його бізнес-процесах задля їх оптимізації, а також глибоку інтеграцію цифрових технологій в систему організації та управління діяльністю підприємства, з метою підвищення його продуктивності та конкурентоспроможності на ринку.

2. Обґрунтовано, що управління цифровою трансформацією підприємства є комплексним підходом до впровадження та контролю цифрових змін на них і тісно пов'язано з управлінням змінами. Узагальнено етапи й інструменти управління цифровою трансформацією, а також сфери цифрової трансформації всередині підприємства, на які можуть вплинути цифрові технології, до яких віднесено: клієнтський досвід, бізнес-операції, персонал, технології, бізнес-модель.

3. Доведено, що управління цифровою трансформацією підприємств базується на оцінці рівня його цифровізації, що є рушійною силою і запорукою успіху ініціатив з цифрової трансформації, та обґрунтовано необхідність удосконалення наявних підходів до оцінки цифровізації з урахуванням специфіки досліджуваних підприємств.

4. Доведено, що основною технологією, що забезпечує процес управління цифровою трансформацією підприємств будівельної галузі є

інформаційне моделювання будівель (BIM), що підтримуються фізичними та цифровими технологіями Industry 4.0.

5. Обґрунтовано доцільність розглядати класифікацію будівельних підприємств залежно від видів їх діяльності виходячи зі стадій життєвого циклу будинків і споруд (проектування → будівництво → експлуатація та управління → знос): компанії будівельного профілю; проектно-будівельного профілю; проектно-будівельно-експлуатаційного профілю.

6. Розроблено бізнес-модель будівельного підприємства на основі шаблону Остервальдера та Піньє (за вимірами – Ключові партнери, Ключові види діяльності, Ключові ресурси, Ціннісна пропозиція, Взаємовідносини з клієнтами, Канали збуту, Споживчий сегмент, Структура витрат, Потоки надходження доходів) та цифрову бізнес-модель будівельного підприємства, створену на основі BIM, в якій унормовано рівні BIM відповідно до стадій життєвого циклу будівельного об'єкта в розрізі всіх вимірів бізнес-моделі.

7. Запропоновано структурно-логічну схему цифровізації будівельного підприємства, яка враховує всіх етапи цього процесу (I – комп'ютеризація та інформатизація; II – автоматизація та роботизація; III – безпосередньо цифровізація), специфіку діяльності підприємства (будівельного профілю; проектно-будівельного профілю; проектно-будівельно-експлуатаційного профілю), складові цифровізації (технологічні та управлінські операції, бізнес-процеси, бізнес-модель підприємства) та рівні технології BIM, що реалізуються по стадіях життєвого циклу будівельних об'єктів підприємства.

8. Розроблено методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України, що базується на врахуванні стадії життєвого циклу будівельного об'єкта, оцінці рівнів впровадження BIM, етапів цифрової трансформації, а також послідовності її впровадження по ланцюжку (технологічні й управлінські операції, основні бізнес-процеси та бізнес-модель), побудований на розрахунку інтегрального показника та

дозволяє обґрунтовувати напрями забезпечення цифрової трансформації підприємств, що підлягають удосконаленню.

9. Розроблено методичний підхід до моделювання впливу процесів цифровізації на економічний розвиток країн світу та України на основі канонічно-регресійного та кластерного аналізу, когнітивного моделювання.

На емпіричному рівні в роботі отримано такі наукові результати:

1. Проведено аналіз позицій країн світу й України у світових індексах та рейтингах оцінки цифровізації і виявлено неоднорідність рівня цифровізації України. Найкращі позиції країна має у таких рейтингах: Індекс готовності до мережі (NRI) – 43-тє місце із 134; Індекс мобільного підключення (MCI) – 52-ге місце із 170; Напрямок історичної траєкторії зростання (DEM) в рамках Індексу цифрової еволюції (Digital Evolution) – 37-ме місце із 90. Найгірші позиції України за такими рейтингами: Індекс прийняття цифровізації (DAI) – 85-те місце із 180; Глобальний індекс конкурентоспроможності (GCI) – 85-те місце з 141; Індекс розвитку ІКТ (IDI) – 93-тє місце з 169. За результатами аналізу визначено, що Україна має значний потенціал для розвитку цифровізації, для чого першочергово слід розширити доступ до електронних послуг і зробити їх більш зручними для користувачів, збільшити інвестування в освіту та навчання з метою підвищення цифрової грамотності населення, створити сприятливі умови для розвитку нових технологій та їх впровадження в економіку та діяльність суб'єктів господарювання.

2. За результатами кластеризації факторів впливу цифровізації на економіку виділено чотири їх групи: 1 – Потенціал цифровізації; 2 – Ефективність впровадження; 3 – Реалізація цифровізації; 4 – Виробництво та сфера послуг, пов'язаних із цифровізацією.

3. На основі побудованої за допомогою канонічно-кореляційного аналізу когнітивної моделі впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу та України визначено контури факторів, що мають суттєвий вплив у відповідних кластерах:

«Потенціал цифровізації» («Глобальний інноваційний індекс» (0,9601)

→ «Індекс готовності до мережі» (0,9603) → «Глобальний індекс підключення» (0,8663) → «ВВП на душу населення» (0,7733) → «Глобальний інноваційний індекс»). Суттєві зв'язки між цими факторами вказують на те, що високий рівень інновацій у країні сприяє розвитку цифрової інфраструктури та покращує готовність до впровадження нових технологій. Своєю чергою, широкий доступ до Інтернету стимулює економічний розвиток за рахунок створення нових робочих місць, розвитку нових галузей та підвищення продуктивності, що призводить до зростання ВВП, а це дозволяє більше інвестувати в цифрову інфраструктуру та технології, що призводить до зростання потенціалу цифровізації в країні.

«Ефективність впровадження цифровізації» («Індекс світової цифрової конкурентоспроможності» (0,9095) → «Глобальний індекс конкурентоспроможності» (0,8074) → «ВВП на душу населення» (0,7733) → «Глобальний інноваційний індекс» (0,6250) → «Індекс розвитку ІКТ» (0,6347) → «Індекс людського капіталу» (0,6241) → «Глобальний індекс конкурентоспроможності»). Підвищення цифрової та загальної конкурентоспроможності сприяє економічному зростанню і розвитку цифрових інновацій, що підвищує розвиток сектора ІКТ і сприяє покращенню освітніх і навчальних програм, підвищує загальний рівень освіти та кваліфікації населення, що призводить до зростання загального рівня конкурентоспроможності країн світу й України. Фактори, що характеризують «Ефективність впровадження цифровізації», також мають суттєвий зв'язок між собою, зокрема контур факторів («Індекс телекомунікаційної інфраструктури» (0,9085) → «Індекс розвитку електронного урядування» (0,7870) → «Індекс прийняття цифровізації» (0,7527) → «Індекс розвитку ІКТ»). Розвинена телекомунікаційна інфраструктура забезпечує надійну основу для покращення мобільного підключення, сприяє поширенню і доступності мобільних технологій, впровадженню електронного урядування, полегшуючи доступ громадян і бізнесу до цифрових державних послуг, що сприяє широкому прийняттю цифрових технологій серед населення та бізнесу, стимулюючи

загальний розвиток ІКТ, оскільки зростає попит на інформаційно-комунікаційні послуги й інфраструктуру.

«Реалізація цифровізації» («Індекс розвитку електронного урядування» (0,5990) → «Індекс електронної участі» та «Індекс мобільного підключення» (0,5424) → «Зайнятість у сфері послуг»). Високий рівень мобільного підключення та розвиток електронного урядування є ключовими факторами, що стимулюють зростання доступності та якості цифрових послуг для населення й бізнесу – «Виробництво і сферу послуг, пов'язаних з цифровізацією», а також їх активну участь у цифрових процесах.

4. На основі бібліометричного аналізу досліджень науковців у сфері цифрової трансформації, проіндексованих у наукометричній базі даних Scopus із використанням інструментарію VOSviewer, визначено таке:

- кількість публікацій у цій сфері в останні п'ять років зростала високими темпами, що пов'язано зі стрімким розвитком ІКТ і цифрових технологій;

- термін «цифрова трансформація» (digital transformation) має міждисциплінарний характер і використовується в дослідженнях з бізнесу, менеджменту, соціальних і комп'ютерних наук, інженерії, енергетики, екології;

- лідерами за кількістю публікацій, що індексуються в Scopus та містять термін «digital transformation», є Китай, США, Німеччина, Велика Британія;

- найбільш вживаними ключовими словами в публікаціях із цифрової трансформації є: цифрова трансформація (Digital Transformation), цифровізація (Digitalization), Індустрія 4.0 (Industry 4.0), інновація (Innovation), цифрові технології (Digital Technologies);

- основними кластерами, що характеризують ключові напрями досліджень у сфері цифрової трансформації, є такі: 1 – охоплює публікації з проблем цифрової трансформації підприємства, його бізнес-процесів, чинників впливу на ефективність цифрової трансформації; 2 – публікації з ІКТ, цифрових технологій, впровадження цифрових інструментів; 3 – публікації, в яких зосереджено увагу на виявленні шляхів розвитку цифрової трансформації

і його впливу на освіту, послуги, людський капітал, інфраструктуру; 4 – публікації, в центрі уваги яких знаходяться питання бізнес-стратегій, цифрових можливостей, продуктивності, машинного навчання, організаційної культури та готовності до сприйняття трансформацій; 5 – публікації з питань розвитку цифрової економіки, визначення шляхів зростання, інновацій, екології, виробництва, ризиків для економіки загалом; 6 – публікації з обґрунтування інноваційної стратегії компанії;

- на основі хронологічного аналізу публікаційної активності виявлено інтенсивний розвиток наукових досліджень у 2021–2024 роках. У 2021–2022 рр. більшість публікацій була акцентована на ІКТ, цифрових технологіях, реалізації цифровізації. У 2023 рр. спостерігалася активність досліджень за напрямками впровадження інновацій, цифрової трансформації, бізнес-моделі компанії та її бізнес-процесам. У 2023–2024 рр. в центр уваги науковців увійшли проблеми корпоративного управління, зелених інновацій, цифрових фінансів, ризиків цифрової трансформації.

5. На основі аналізу статистичних даних розроблено періодизацію розвитку будівельної галузі України з 2013 р. по цей час та виділено такі її етапи: I (2013–2014 рр.) – Поступове зростання та стрімке падіння; II (2015–2016 рр.) – Адаптація та початок відновлення; III (2017–2019 рр.) – Поступове відновлення та зростання; IV (2020–2021 рр.) – Падіння під впливом пандемії COVID-19; V (2022-по цей час) – Падіння під впливом війни та відновлення за рахунок міжнародної допомоги.

6. SWOT-аналіз розвитку будівельних підприємств в Україні дозволив обґрунтувати, вони мають значний потенціал для розвитку, але стикаються з численними викликами. Післявоєнна відбудова, впровадження інноваційних цифрових технологій та покращення фінансових умов створюють значні можливості для зростання та розвитку галузі. Доведено, що нагальними стануть цифрові технології, що пропонують інноваційні рішення протягом усього життєвого циклу об'єкту будівництва.

7. Сформовано низку викликів і перешкод цифровізації в будівельній галузі, визначено ряд бар'єрів, з якими додатково стикається впровадження BIM в Україні, та виявлено чинники, що стимулюють впровадження BIM на вітчизняних будівельних підприємствах.

8. Здійснено апробацію розробленого методичного підходу до оцінки рівня цифровізації на прикладі української Будівельної компанії та визначено основні напрями забезпечення її цифрової трансформації, що в першу чергу підлягають удосконаленню.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Основні напрямки розвитку цифрових технологій майбутнього

Напрямки	Характеристика
1	2
Штучний інтелект (Artificial Intelligence) і машинне навчання (Machine Learning) (AI & ML)	AI & ML являє собою набір методологічних підходів і наявних реальних можливостей, завдяки яким потужні комп'ютерні системи можуть знаходити в своїх масивах оперативної і зовнішньої пам'яті такі дані, які спочатку могли і не передбачатися, оскільки були повністю невідомі їх нові взаємозв'язки і закономірності. Останнім часом, з поширенням так званих «великих даних», позначилася нова прикладна область AI & ML – пошук способів автоматичного швидкого аналізу великих обсягів різномірної інформації. Отже, машинне навчання вважається найперспективнішим підходом саме в процесах аналізу великих даних. Особлива увага при розвитку AI & ML приділяється вдосконаленню ІТ-інфраструктури. На сьогодні відомі так звані «хмарні» обчислення (хмари), які активно приймаються на службу технологією AI & ML. Цінність хмар – у їх надійності, невисокій вартості для клієнтів (експлуатантів), відсутності значних капітальних вкладень і витрат. Хмара забезпечує досить легке масштабування виробництва і процесів, дозволяє створювати і розгортати сервіс-орієнтовані моделі, гарантувати великі обчислювальні потужності для цілей бізнесу, науки і виробництва
Блокчейн і криптовалюта (Blockchain and Cryptocurrencies)	Ідея технології блокчейн полягає у формуванні та використанні величезної бази даних загального користування, яка функціонує без централізованого керівництва. Блокчейн, таким чином, стає інфраструктурною одиницею для надійного, децентралізованого формування реєстру загальних фактів і даних про всілякі цифрові активи і їх переміщення між учасниками будь-якої екосистеми або умовної спільноти. Незважаючи на те, що блокчейн лежить в основі криптовалюти, ця технологія на сьогодні виходить далеко за рамки тільки випуску «віртуальних грошей». У цей час ці технології знаходять широке застосування в банківському секторі, ринку нерухомості, системах корпоративного управління
Великі дані (Big Data)	Big Data – позначення структурованих і неструктурованих даних величезних обсягів і значного різноманіття, часто оновлюваних, що знаходяться в різних джерелах і системах з метою збільшення ефективності їх роботи, надійності, створення абсолютно нових продуктів і підвищення конкурентоспроможності. Парадигма Big Data визначає три основні типи завдань: зберігання і управління даними обсягом в сотні терабайт або петабайт, які звичайні реляційні бази даних не дозволяють ефективно використовувати; організація неструктурованої інформації, що складається з текстів, зображень,

1	2
	відео та інших файлів; аналіз Big Data, який ставить питання про способи роботи з неструктурованою інформацією, генерацію аналітичних звітів, а також впровадження прогностичних моделей. До методів і технік аналізу Big Data відносять такі: методи класу Data Mining (сукупність методів виявлення в даних раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних знань, необхідних для прийняття рішень); Crowdsourcing (класифікація і збагачення даних силами широкого, невизначеного кола осіб, які виконують цю роботу без вступу в трудові відносини); Data fusion and integration (набір технік, що дозволяють інтегрувати різноманітні дані з різноманітних джерел з метою проведення глибинного аналізу, наприклад, цифрова обробка сигналів, обробка природної мови, включаючи тональний аналіз та ін.); Machine learning (використання моделей, побудованих на базі статистичного аналізу або машинного навчання для отримання комплексних прогнозів на основі базових моделей); Artificial Neural Networks, мережевий аналіз, оптимізація, Genetic algorithm (евристичні алгоритми пошуку, які використовуються для вирішення завдань оптимізації та моделювання шляхом випадкового підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, аналогічних природному відбору в природі); розпізнавання образів; прогнозна аналітика; імітаційне моделювання, Simulation (метод, що дозволяє будувати моделі, що описують процеси так, як вони проходили б у дійсності); просторовий аналіз, Spatial analysis (клас методів, які використовують топологічну, геометричну і географічну інформацію, видобуту з даних); статистичний аналіз (аналіз часових рядів, А / В-тестування); візуалізація аналітичних даних (представлення інформації у вигляді рисунків, діаграм, з використанням інтерактивних можливостей та анімації як для отримання результатів, так і для використання як вихідних даних для подальшого аналізу)
Телемедицина (Telemedicine)	Telemedicine – являє собою одне з утворень сучасної медицини, що засноване на використанні сучасних комунікаційних технологій для дистанційного виявлення медичної допомоги та сучасних широких консультативно-профілактичних послуг. Розробка цифрових технологій у медицині: 1. Допоможе точніше і швидше встановлювати правильні діагнози. 2. Дозволить швидше і дешевше аналізувати біологічні дані, що полегшить пошук нових лікарських препаратів і засобів. 3. Надасть додаткову можливість активно аналізувати стан здоров'я людини, у тому числі і за допомогою побутових пристроїв типу смартфонів, девайсів, що безпосередньо носить людина, та ін. Ще один тренд цифрового майбутнього – боротьба із старінням. Крупні гравці ринку, компанії Longevity і Calico (США) та ін. вже зараз активно вкладаються у боротьбу з віковими змінами на основі конвергенції біологічних і комп'ютерних технологій

1	2
Доповнена і віртуальна реальність (AR / VR)	Технологія доповненої реальності збагачує природне оточення людини, а віртуальна реальність повністю занурює людину в будь-яке штучне оточення. Разом вони здатні глибоко інтегрувати людину в дані, дозволяючи їй буквально відчувати їх навколо себе. Технології AR / VR поки не продемонстрували весь свій потенціал. Найпопулярніша сфера використання на цей момент – це ігри та розваги. Водночас майбутнє AR / VR прогнозується досить оптимістично. Віртуальною реальністю вже цікавляться багато установ культури, музеї, медичні компанії, навчальні центри, автошколи, військові відомства. Головний бонус AR / VR полягає в безпеці деяких дій, які небезпечні в реальному житті (наприклад, емуляція навчання користуванню пакетами прикладною військовою технікою: мінування-розмінування, глибоководні технічні роботи, відпрацювання складних процесів заправки бойових зарядів, ракет паливом, вибуховими речовинами та ін.)
Чат-боти і віртуальні помічники (Botsand Virtual Assistants)	Чат-боти приходять на зміну мобільних додатків і сайтів. Бот – це програма, з якою користувач може взаємодіяти, спілкуватися для досягнення будь-якої мети або розваги. Боти здатні розшифровувати повідомлення в месенджерах і виконувати відповідні дії на основі цих повідомлень. Вартість розробки чат-бота і її швидкість непорівнянні з вартістю створення мобільного застосування. Бот також може бути інтегрований з іншими ІТ-сервісами компанії або сайту. Чат-бот у бізнесі може істотно знизити витрати на утримання персоналу та автоматизує масу рутинних процесів: йому можна доручити розсилку повідомлень клієнтам або співробітникам. За допомогою чат-ботів можна доносити інформацію безпосередньо клієнту, що зручно не тільки власнику проєкту, але і клієнтові. Порівнюючи чат-боти з мобільними додатками, можна помітити, що якщо додатки виконують одну задачу, то чат-боти в рамках одного проєкту можуть бути мультизадачними. За оцінками фахівців, чат-боти будуть активно впроваджуватися в таких напрямках, як грошові перекази, організація каналу зв'язку, заміна кол-центрів і диспетчерів, заміна особового кабінету
Мобільність і кібербезпека (Mobile and Cybersecurity)	Мобільні технології кардинальним чином поліпшили процеси виробництва і споживання інформації. Використання мобільних технологій дозволяє сьогодні бути в курсі всіх подій у світі, докладаючи для цього мінімум зусиль. Крім того, мобільні технології дозволяють знизити вартість продукції для кінцевих споживачів за рахунок оптимізації процесів, скорочення виробничих витрат і невиробничих витрат. В умовах розвитку Інтернету речей, великих даних і інших технологій, які передбачають загальну зв'язаність і зберігання великих масивів інформації, на перший план виходять питання кібербезпеки. На Всесвітньому економічному форумі в 2018 р. гостро постало питання про небезпеку фрагментації Інтернету внаслідок транскордонних кібератак. Фрагментація Інтернету, своєю чергою, може призвести до припинення технічних функцій єдиної

1	2
	мережі і уповільнення темпів технологічного розвитку. Водночас технічний прогрес у сфері забезпечення кібербезпеки може послабити ризик такої фрагментації, а діалог між провідними світовими урядами і технологічними компаніями може значно закріпити цю єдність
Інтернет речей (IoT – Internet of Things)	Інтернет Речей (IoT) – це нова концепція, в якій Інтернет еволюціонує від об'єднання комп'ютерів і людей до об'єднання (розумних) об'єктів / речей. Базовою ідеєю IoT є надання можливості автономного обміну корисною інформацією між унікально ідентифікованими пристроями реального світу. Загальна суть концепції IoT полягає в інтеграції реального та віртуального світів, тобто у формуванні мережі взаємодії фізичних пристроїв та програмного забезпечення, яке дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Ці пристрої оснащені новітніми технологіями, такими як радіочастотна ідентифікація (RFID) і бездротові мережі датчиків (WSNs), і в подальшому отримують можливість приймати самостійні рішення залежно від того, яка автоматизована дія виконується. Більшість повсякденних додатків, які існують у сучасному побуті, вже відносяться до категорії «smart» (розумні), але вони не можуть взаємодіяти між собою, і потрібно буде зробити широкий спектр інноваційних програм, щоб змусити їх взаємодіяти і ділитися корисною інформацією між собою. Прикладами деяких додатків, які можуть надати величезні переваги, можуть бути: розумний будинок (IoT забезпечує непромислові рішення для автоматизації будинку, за допомогою яких можна дистанційно керувати побутовими приладами залежно від потреб користувача, ретельний контроль лічильників комунальних послуг, поставок енергії і води допоможе економити ресурси і визначати несподівані перевантаження, відключення води і т. ін., поліпшена система визначення вторгнення запобіжить крадіжкам та ін.); розумне сільське господарство (такий додаток зможе контролювати живлення ґрунту, освітлення, вологість, поліпшить озеленення будинків, автоматично збільшуючи температуру для отримання максимального результату, коректний полив і внесення добрив допоможе поліпшити якість води і зберегти добрива). Вже зараз розглядаються концепції реалізації програм «розумне місто», «розумне зовнішнє середовище» та ін. Таким чином, IoT дозволить ефективніше розпоряджатися власним часом, щоб мінімізувати ресурси, що витрачаються на виконання побічних обов'язків
Комп'ютерний зір (CV – Computer Vision)	Computer Vision покликаний вирішувати завдання, пов'язані зі збором і аналізом зорової інформації в різних галузях, при цьому частково або повністю замінюючи людину. Під комп'ютерним зором розуміють теорію і технологію створення штучних комп'ютерних систем, які здійснюють виявлення, класифікацію і відстеження об'єктів. Інформацію вони отримують із зображень, які можуть бути

1	2
	представлені певним відеорядом, зображенням з різних камер або тривимірними даними, відсканованими зображеннями і т. ін. Мета комп'ютерного зору полягає у формуванні корисних висновків щодо об'єктів і сцен реального світу на основі аналізу зображень, отриманих за допомогою датчиків. Результатом CV може бути видозмінене зображення або список значень певних параметрів зображення, наприклад, розмір об'єкта, колір, орієнтація щодо камери, швидкість тощо. Прикладами реалізації CV можуть бути програма розпізнавання автомобільних номерів, розпізнавання осіб і ін. Сьогодні CV широко використовується в різних системах управління, в системах відеоспостереження і відеореєстрації, при розробці роботів
Нейромережі (ANN – Artificial Neural Networks)	ANN являють собою паралельно розподілену систему обробки інформації, що утворена тісно зв'язаними простими обчислювальними вузлами (однотипними або різними), що має властивість накопичувати експериментальні знання, узагальнювати їх і робити доступними для користувача у формі, зручній для інтерпретації і прийняття рішень. Нейронні мережі мають такі властивості: адаптивне навчання (здатність поліпшувати свої характеристики, закладені у тому або іншому алгоритмі налагодження параметрів мережі, що дає можливість опрацьовувати подані їй навчальні послідовності та використовувати набутий при цьому досвід у подальшому); самоорганізація (ANN здатні змінювати свою структуру (архітектуру) або форму подання інформації); узагальнення (після завершення процесу навчання мережа може бути нечутливою до незначних змін вхідних сигналів, що дозволяє застосовувати її при зашумлених або не повністю заданих даних); обчислення в реальному часі (нейромережеві обчислення можуть здійснюватися паралельно в часі, що істотно збільшує швидкодію ANN); стійкість до перебоїв (часткове руйнування мережі призводить до втрати якості, однак деякі її властивості зберігаються навіть у випадку руйнування більшої частини мережі). Таким чином, нейромережі – це гнучкий і потужний набір сучасних інструментів вирішення різноманітних завдань обробки й аналізу даних: розпізнавання тексту та мови, семантичного пошуку, застосування в експертних системах і системах підтримки прийняття рішень, системах безпеки, передбачення курсів акцій і багатьох інших. Це пояснює їх широке застосування в багатьох галузях – у медицині, бізнесі, геології, фізиці та багатьох інших

Джерело : сформовано автором [15]

Додаток Б

Таблиця Б.1

Структура Індексу розвитку ІКТ

Індекс розвитку ІКТ		
Субіндекс універсального підключення	Субіндекс значущості підключення	
Частка осіб, які користувалися Інтернетом (з будь-якого місця) протягом останніх 3 місяців	Покриття мобільної мережі	Ціна споживчого кошика мобільних даних і розмов (% ВНД на душу населення)
Частка домогосподарств, які мають доступ до Інтернету вдома	Відсоток населення, охопленого принаймні мобільною мережею 3G	Ціна кошика фіксованого широкосмугового Інтернету (% ВНД на душу населення)
Активні абоненти мобільного широкосмугового зв'язку на 100 жителів	Відсоток населення, охопленого принаймні мобільною мережею 4G/LTE	Відсоток осіб, які володіють мобільним телефоном
	Мобільний широкосмуговий інтернет-трафік за підписку (ГБ)	Трафік фіксованого широкосмугового Інтернету за підписку на фіксований широкосмуговий доступ (ГБ)

Джерело: укладено за [46; 47]

Структура Global Connectivity Index

	ПРОПОЗИЦІЯ Вимірює поточні рівні пропозиції продуктів і послуг ІКТ, які використовуються для цифрової трансформації	ПОПИТ Вимірює попит на підключення в контексті користувачів і діяльності, пов'язаної з ініціативами цифрової трансформації	ДОСВІД Комбінує змінні для аналізу досвіду підключення для кінцевих користувачів і організацій у сучасній цифровій економіці	ПОТЕНЦІАЛ Містить перспективний набір показників, які вказують на майбутній розвиток цифрової економіки
ФУНДАМЕНТИ	Інвестиції в ІКТ Телеком Інвестиції Закони про ІКТ Міжнародна пропускання здатність Інтернету Інвестиції в програмне забезпечення безпеки	Завантаження програми Проникнення в смартфон Транзакції електронної комерції Комп'ютерні домогосподарства Захищені інтернет-сервери	Послуги електронного уряду Обслуговування клієнтів Telecom Участь в Інтернеті Широкошмугова швидкість завантаження Обізнаність про кібербезпеку	Витрати на НДДКР Патенти ІКТ ІТ робоча сила Розробники програмного забезпечення Вплив ІКТ на нові бізнес-моделі
ШИРОКО-СМУГОВИЙ ЗВ'ЯЗОК	Оптоволокно Підключення 4G і 5G	Підписки на фіксований широкошмуговий доступ Підписки на мобільний широкошмуговий зв'язок	Доступність фіксованого широкошмугового зв'язку Доступність мобільного широкошмугового зв'язку	Широкошмуговий потенціал Мобільний потенціал
ХМАРА	Хмарні інвестиції	Хмарна міграція	Хмарний досвід	Хмарний потенціал
ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ	ІР Інвестиції	Встановлена база ІР	ІР Аналітика	Потенціал ІР
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ	ІІІ Інвестиції	Попит ІІІ	Створення даних	ІІІ потенціал

Джерело: [52]

Структура The Mobile Connectivity Index

Субіндекс	Складова	Частковий показник
Інфраструктура (25%)	Покриття мережі (40%)	Частка населення, охопленого мережею 4G
		Частка населення, охопленого мережею 5G (лише 2021 і 2022 роки)
		Середня швидкість завантаження для мобільних користувачів
		Середня швидкість завантаження для мобільних користувачів
	Продуктивність мережі (40%)	Середня затримка для мобільних користувачів
		Обсяг спектра в діапазонах нижче 1 ГГц, призначений операторам мобільних мереж
		Обсяг спектра в діапазонах між 1-3 ГГц, призначений операторам мобільних мереж
	Спектр (20%)	Обсяг спектра в діапазонах між 3-6 ГГц, призначений операторам мобільних мереж (лише 2021 та 2022)
		Обсяг спектра в діапазонах мм хвиль, призначений операторам мобільних мереж (лише 2021 та 2022)
		Частка населення, охопленого мережею 4G
		Частка населення, охопленого мережею 5G (лише 2021 і 2022 роки)
Доступність (25%)	Доступність мобільних даних (40%)	Доступність вхідного кошика (1 ГБ)
		Доступність вищого кошика (5 ГБ)
		Доступність кошика (1 ГБ) для найбільш вразливих 40%
		Доступність вищого кошика (5 ГБ) для найбільш вразливих 40%
	Доступність телефону (40%)	Цінова доступність пристрою
		Доступність пристрою для найбільш вразливих 40%
	Оподаткування (20%)	Вартість податків на мобільні дані
		Вартість податків на телефони
Готовність споживача (25%)	Володіння мобільними пристроями (33,3%)	Мобільна власність
	Базові навички (33,3%)	Грамотність
		Очікувана тривалість шкільного життя
	Гендерна рівність (33,3%)	Гендерний розрив у власності мобільного телефону
		Гендерний розрив у мобільному Інтернеті
Контент і послуги (25%)	Місцева відповідність (80%)	Домени верхнього рівня (TLD) на особу
		Оцінка електронного уряду
		Проникнення мобільних соціальних мереж
		Локальні програми на людину
		Підтримка цифрової мови
		Мовна доступність додатків із найвищим рейтингом
	Інтернет-безпека (20%)	Глобальний індекс кібербезпеки ITU

Джерело: укладено автором на основі [52]

Додаток В

Таблиця В.1

Основні ініціативи з цифрових трансформацій на підприємствах

Напрямок ініціативи	Дії
Впровадження інноваційних технологій в системі управління	Реалізація засад інноваційного управління на принципах гнучкості й адаптивності в управлінських рішеннях (підприємство має бути готовим до впровадження нових технологій, адаптивного реагування на мінливі умови ринку і впровадження передових методів управління, таких як Agile чи Lean). Здійснення цифрової трансформації на принципах функціонування цифрової екосистеми, що передбачає взаємодію різних галузевих гравців і створення інноваційних рішень у співпраці з партнерами та стартапами
Розбудова ІТ-інфраструктури	Створення масштабованих, надійних і безпечних інформаційних систем задля ефективного обміну даними в межах підприємства та взаємодії з партнерами. Використання хмарних технологій для забезпечення мобільності, гнучкості та швидкості доступу до даних та програмних рішень
Створення цифрових платформ і галузевих рішень	Розробка цифрових платформ, що об'єднують ключові процеси та дозволяють впроваджувати нові рішення без надмірних зусиль. Розвиток галузевих рішень, орієнтованих на конкретні вимоги промислових секторів, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси та підвищувати ефективність в конкретних галузях
Забезпечення відкритості даних та ін.	Забезпечення доступу до важливих даних та їх відкритості для внутрішніх і зовнішніх стейкхолдерів. Запровадження та використання аналітики даних для отримання важливої інформації для стратегічного планування та прийняття управлінських рішень. Інтегрування всіх ініціатив в єдину стратегію цифрової трансформації, яка сприятиме створенню гнучких, інноваційно орієнтованих та конкурентоздатних промислових підприємств

Джерело: укладено на основі [82]

**Вплив використання інструментів цифрового планування виробництва
на показники діяльності підприємства**

Засоби реалізації цифрового виробництва	Якісний ефект або додаткова можливість	Кількісний ефект	Вплив на фінансові показники
Система оперативного планування, диспетчеризації та обліку на виробництві	Підвищення рівня виконання у термін прийнятих замовлень; зменшення НЗП; аналіз вливу завантаження терміни виконання замовлення; оптимізація робіт; зменшення обсягу понаднормових робіт	Скорочення виробничих циклів; зменшення НЗП, витрат за склади; прискорення запуску у виробництво; скорочення втрат робочого часу	Зростання прибутку з допомогою зниження собівартості, конкурентоспроможності з допомогою скорочення термінів виконання; вивільнення оборотних коштів
Аналіз трудових ресурсів	Оптимізація складу трудових ресурсів	Зменшення витрат на ЗП	Зростання прибутку за рахунок зниження собівартості
Система фінансового планування та бюджетування	Створення єдиного формату управлінського обліку та звітності	Забезпечення високої ліквідності	Зниження собівартості продукції, що виробляється; збільшення обсягу замовлень
Цифрове моделювання та аналіз продуктивності та оптимізації бізнес-процесів	Зростання продуктивності праці підприємства; забезпечення ефективності бізнес-процесів	Розширення виробничої програми підприємства	Зростання прибутку за рахунок зниження собівартості

Джерело: [68]

**Базові показники ресурсів, що характеризують діяльність
сільськогосподарського підприємства в натуральній і вартісній формах**

Показник	Джерело або методика розрахунків	Сутність і період розрахунку показника	Функціональне призначення
Активи, тис. грн (RI1)	Дані форми №1 «Баланс (Звіт про фінансовий стан)»	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка вартості активів підприємства
Необоротні активи, тис. грн (RI2)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка необоротних активів підприємства
Площа, га (RI3)	Дані про площу форма №4-сг	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка площі земель, зайнятих під впрошування сільськогосподарських культур
Зайняті, осіб (RI4)	Дані форми №50- сг	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка кількості зайнятих на підприємстві
Мінеральні добрива, т (RI5)	Внутрішні дані	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка маси мінеральних добрив, що було внесено в процесі вирощування сільськогосподарських культур
Цифрові пристрої, од. (RI6)	Внутрішні дані	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка кількості спеціалізованих цифрових пристроїв, що використовуються в процесі виробництва сільськогосподарської продукції
Роботи, од. (RI7)	Внутрішні дані	Показник запасу, розраховується на початок та кінець періоду (кварталу, року)	Оцінка кількості роботизованих систем, що використовуються в процесі виробництва сільськогосподарської продукції

Джерело: [47]

**Базові показники обсягів, що характеризують діяльність
сільськогосподарського підприємства в натуральній і вартісній формах**

Показник	Джерело або методика розрахунків	Сутність та період розрахунку показника	Функціональне призначення
Випуск, тис. грн (VII)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка випуску підприємства
Чистий дохід від реалізації продукції (VI2)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка чистого доходу від реалізації продукції
Собівартість реалізованої продукції (VI3)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка собівартості реалізованої продукції підприємства за звітний період
Валові витрати (VI4)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка валових витрат підприємства
Валовий прибуток / Gross Profit (VI5)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка валового прибутку підприємства
Прибуток до оподаткування / EBT (VI6)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка прибутку підприємства після оподаткування
Прибуток після оподаткування / EAT (VI7)	Дані форми №2 «Звіт про фінансові результати»	Показник потоку, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка прибутку підприємства після оподаткування

Джерело: [47]

**Основні показники ефективності, що характеризують діяльність
сільськогосподарського підприємства**

Показник	Джерело або методика розрахунків	Сутність та період розрахунку показника	Функціональне призначення
Рентабельність власного капіталу / ROE (EI1)	Розраховується як частка від ділення прибутку від реалізації продукції, робіт і послуг або чистого прибутку на суму отриманої виручки	Показник рентабельності, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка рентабельності власного капіталу для прийняття рішення щодо інвестування
Рентабельність активів / ROA (EI2)	Розраховується як частка від ділення чистого прибутку або прибутку від звичайної діяльності до оподаткування на середньорічну величину активів	Показник рентабельності, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка рентабельності власного капіталу для прийняття рішення щодо інвестування
Рентабельність продажу ROS (EI3)	Розраховується як частка від ділення прибутку від реалізації продукції або чистого прибутку на суму отриманої виручки (чистого доходу від реалізації)	Показник рентабельності, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка рентабельності продажу для прийняття рішення щодо інвестування
Коефіцієнт фінансової автономії (EI4)	Розраховується як частка власного капіталу в структурі пасивів	Показник фінансової стійкості, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка платоспроможності та фінансової стійкості
Коефіцієнт оборотності активів (EI5)	Розраховується як частка від ділення власного капіталу в структурі пасивів	Показник платоспроможності, розраховується за період (квартал, рік)	Оцінка платоспроможності та фінансової стійкості
Врожайність (EI6)	Внутрішні дані	Показник врожайності, розраховується за рік	Оцінка врожайності зернових культур
Врожайність на 1 т внесених добрив (EI7)	Внутрішні дані	Показник врожайності, розраховується за рік	Оцінка врожайності на 1 т внесених добрив

Джерело: [47]

Таблиця В.6

Показники оцінки ефективності цифрової трансформації на підприємстві та їх сутність

Показник	Сутність
Кількість користувачів відносно кількості придбаних ліцензій на програмне забезпечення	Відношення кількості придбаних ліцензій на програмне забезпечення та кількості працівників, які фактично його використовують, відображує його цифрове прийняття працівниками та ефективність інвестицій в нього. Наприклад, якщо використовується 90% ліцензій, можна припустити, що інструмент прийнято. Якщо ж лише 30% – має місце відсутність цифрового прийняття, що становитиме бар'єр для подальшої цифрової трансформації
Показники широти та обмежень зручності використання	Оцінка та аналіз використання цифрових інструментів дозволяє визначити ефективність їх застосування. Для цього можуть бути використані програмні рішення, що дозволятимуть переглядати процес використання цифрових інструментів (певного програмного забезпечення) користувачем та аналізувати вузькі місця та недоліки. Прикладом таких рішень є платформа «WalkMe», що надає інформацію через рівень «Insights». Завдяки цьому менеджмент може отримати повну картину використання цифрових інструментів, оцінити загальний успіх цифрової трансформації, покращити зручність та ефективність використання таких інструментів
Кількість процесів, що виконуються на новому програмному забезпеченні	Окрім розуміння загального рівня прийнятності та зручності використання, важливо знати, скільки процесів виконується на новому програмному забезпеченні задля оцінки результативності інвестиції в цифрові інструменти. Якщо використовується мало процесів, це може вказувати або на те, що інструмент не настільки відповідає потребам співробітників, як це очікувалося при впровадженні, або має місце відсутність його цифрового прийняття
Показники продуктивності	Продуктивність розуміється як обсяг чи вартість випуску продукції щодо часу та вкладених ресурсів. Наприклад, якщо було здійснено інвестиції у цифрові інструменти компанії для підтримки клієнтів, можна виміряти, на скільки збільшилась кількість оброблених заявок клієнтів з моменту впровадження цифрового програмного забезпечення, і визначити вузькі місця, недоліки та напрямки їх усунення
Кількість нових доходів, пов'язаних із цифровими інвестиціями	Подібно вимірюванню продуктивності доцільним є визначення того, наскільки цифрові інвестиції впливають на дохід. Наприклад, якщо ввести автоматизацію у цифровий шлях клієнтів, можна відстежувати, скільки потенційних клієнтів взаємодіяло з інструментами, і порівняти, скільки серед них стали платними клієнтами

Джерело: укладено автором на основі [83]

Додаток Г

Цифрова модель зрілості – посилання на джерела багатьох престижних вітчизняних і закордонних організацій

Замовник

Оцініть інтерактивний досвід, коли клієнти вважають організацію своїм цифровим партнером

Дані

Оцініть здатність бізнесу стратегічно та операційно ефективно застосовувати

Культура

Оцініть здатність створити середовище, в якому працівники бажають і здатні створювати цінність бізнесу на підприємстві



Стратегія

Оцініть план збільшення конкурентної переваги за допомогою комплексної цифрової стратегії

Технологія

Оцініть здатність технології ініціювати, підтримувати та постійно трансформувати для досягнення бізнес-цілей

Операція

Оцініть ефективність повсякденних операцій, які підтримують впровадження цифрової стратегії

Рис. Г.1. Узагальнена модель цифрової зрілості

Джерело: сформовано автором за [94]

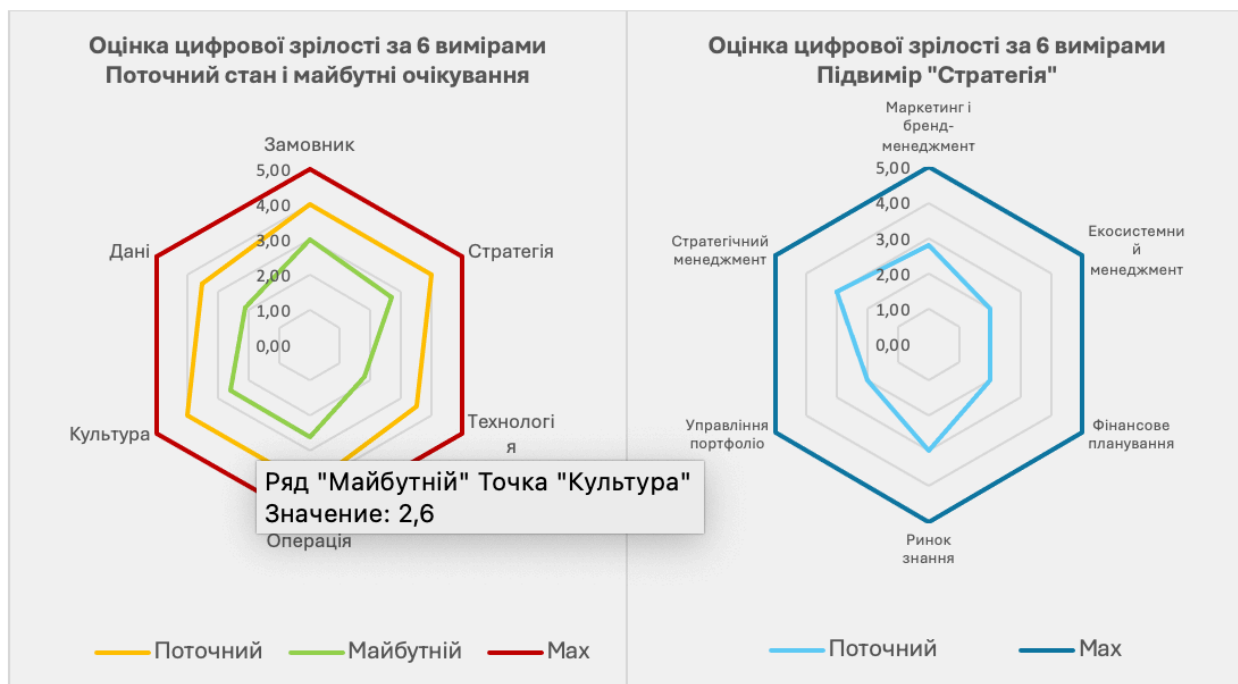


Рис. Г.2. Приклади представлення результатів оцінки цифрової зрілості компанії

Джерело: сформовано автором за [93]

Методика оцінки цифрової зрілості організації

Етапи	Зміст
1. Визначення того, що саме означає цифрова зрілість для певної організації	Формування бачення того, як організація сприймає цифрову зрілість; визначення цифрових навичок і технологій, важливих для певного бізнесу; визначення факторів успіху організації у цифровому контексті
2. Визначення ключових показників ефективності (КПЕ) організації	Визначення КПЕ, що можуть бути фінансовими або нефінансовими, але мають бути конкретними, вимірюваними, досяжними, актуальними й обмеженими в часі (також відомі як SMART-цілі). Також вони мають бути адаптованими до цілей цифрової трансформації організації
3. Збір даних про цифрову зрілість компанії чи організації	Опитування співробітників, інтерв'ю з менеджерами різних відділів, аналіз даних та оцінка сторонніх експертів та т. ін.
4. Оцінка цифрової зрілості організації	Існує два основних етапи проведення такої оцінки: - шляхом долучення консалтингових компаній та використання існуючих діагностичних інструментів (наприклад, моделі цифрової зрілості Deloitte (DDM) та цифрового коефіцієнта (Digital Quotient)). Цей варіант є доцільним для великих компаній, що готові понести витрати, пов'язані з використанням цих інструментів, та послугами консультантів; - шляхом самооцінки онлайн, що є способом оцінки цифрової зрілості, доцільним для менших структур (наприклад, «Дослідження цифрової готовності» від Bain & Company, що є безкоштовним і доступним онлайн). Ця оцінка є не такою глибокою, як у першому варіанті, але корисною для компаній
5. Визначення на основі оцінки слабких місць організації на шляху до цифрової трансформації	Визначення таких місць є необхідним для вибору та запровадження найбільш ефективних цифрових технологій

Джерело: сформовано автором за [102]

Інструменти оцінки цифрової зрілості компанії

Сутність інструменту	Особливості застосування
1	2
Індекс цифрової зрілості	
Вимірює ступінь цифрової зрілості компанії в різних сферах (цифрова стратегія, цифрова культура, цифрові технології та управління даними) і дозволяє визначити ті з них, що потребують вдосконалення, встановити чіткі цілі цифрової трансформації	Вимірюється за допомогою анкетування за різними сферами цифрової трансформації, які можуть відрізнятися залежно від використовуваного інструменту, але зазвичай включають такі: - цифрова стратегія (оцінка чіткості та відповідності цифрової стратегії бізнес-цілям компанії, а також наявності чіткої дорожньої карти цифрової трансформації); - цифрова культура (оцінка організаційної культури компанії з точки зору адаптивності до змін, здатності до експериментів, співпраці та командної роботи); - цифрові технології (оцінка технологічної інфраструктури та її здатності підтримувати цифрові потреби компанії, а також здатність компанії впроваджувати нові технології); - управління даними (оцінка здатності компанії ефективно збирати, зберігати, управляти та аналізувати дані, а також її здатності приймати рішення на основі даних). Після оцінки цих аспектів виставляються бали, і розраховується індекс цифрової зрілості, який зазвичай представлений за шкалою (від 1 до 5 або від 1 до 10)
Цифровий SWOT-аналіз	
Дозволяє проаналізувати сильні та слабкі сторони цифровізації компанії, оцінити можливості та наявні загрози, а також визначити сфери, що потребують вдосконалення, і розробити обґрунтовану стратегію цифрової трансформації	Проводиться за такими аспектами: - сильні сторони (визначення цифрових сильних сторін компанії, таких як її присутність в Інтернеті, здатність до технологічних інновацій, здатність аналізувати та використовувати дані, здатність швидко адаптуватися до цифрових змін тощо; оцінка того, як ці цифрові сильні сторони можуть сприяти успіху компанії і як їх можна покращити та посилити); - можливості (визначення цифрових можливостей, доступних компанії, таких як впровадження нових технологій, вихід на нові ринки через цифрові канали, покращення якості обслуговування клієнтів онлайн тощо; оцінка того, як ці цифрові можливості можуть бути використані компанією і як вони можуть сприяти її успіху); - слабкі сторони (визначення слабких сторін компанії у сфері цифрових технологій, таких як застаріла технологічна інфраструктура, організаційна культура, що не заохочує інновації та зміни, брак цифрових навичок у працівників тощо; оцінка того, як ці цифрові слабкості можуть впливати на ефективність компанії та як їх можна покращити); - загрози (визначення цифрових загроз, що можуть вплинути на компанію, такі як конкуренція в Інтернеті, ризики кібербезпеки, застарілість технологій тощо; оцінка того, як ці цифрові загрози можуть вплинути на діяльність компанії та як їх можна пом'якшити). Після визначення цифрових сильних і слабких сторін, можливостей і загроз компанії, їх можна використовувати для

1	2
	розробки ефективних цифрових стратегій і покращення конкурентних позицій компанії
Оцінка цифрового клієнтського досвіду	
Дозволяє оцінити клієнтський досвід на цифрових каналах компанії та визначити сфери, що потребують вдосконалення, підвищити якість надання послуг	Передбачає вивчення того, як клієнти взаємодіють з компанією чи установою в Інтернеті та як вони себе при цьому почувають, шляхом здійснення таких кроків: - визначення точок цифрового контакту (цифрових каналів, якими користуються клієнти для взаємодії з компанією, таких як вебсайт, соціальні мережі, електронна пошта, мобільні додатки тощо); - оцінка юзабіліті (оцінка зручності використання кожної цифрової точки контакту, наприклад, чіткість інформації, простота навігації, зручність пошуку тощо. Визначення проблемних місць і можливостей для покращення юзабіліті: - оцінка якості контенту (здійснюється в кожній точці цифрового контакту, наприклад, релевантність, точність, доречність тощо, та визначення проблемних галузей та можливостей для покращення якості контенту); - оцінка якості обслуговування клієнтів (здійснюється в кожній точці цифрового контакту, наприклад, час відповіді на запити, доброзичливість і професіоналізм тощо, та визначення проблемних місць і можливостей для покращення якості обслуговування); - збір і аналіз відгуків клієнтів (про їхній цифровий досвід за допомогою опитувань, онлайн-коментарів, рейтингів тощо; виявлення проблемних областей та можливостей для покращення цифрового досвіду клієнтів); - проведення користувацького тестування (здійснюється на кожній цифровій точці контакту, щоб оцінити зручність використання та якість обслуговування клієнтів); - визначення проблемних зон і можливостей для покращення цифрового клієнтського досвіду та розробка відповідної стратегії для цього
Цифровий бенчмаркінг	
Дозволяє порівняти цифрові показники компанії з показниками конкурентів і визначити сфери, в яких вона відстає, сформулювати цілі та заходи покращення своїх позицій на ринку	Основні кроки проведення цифрового бенчмаркінгу: - визначення ключових конкурентів галузі зі схожою бізнес-моделлю, зокрема онлайн-конкурентів (враховуючи вебсайти, соціальні мережі, мобільні додатки тощо); - визначення ключових показників для оцінки (відвідуваність вебсайту, коефіцієнт конверсії, відсоток відмов, задоволеність клієнтів, активність у соціальних мережах, присутність у пошукових системах тощо); - аналіз конкурентів за визначеними ключовими показниками та порівняння їх з показниками компанії; - визначення найкращих практик ключових онлайн-конкурентів і визначення напрямків їх адаптації та застосування в компанії;

1	2
	- розробка стратегії підвищення ефективності, її впровадження та систематичний контроль результатів
Опитування задоволеності працівників цифровими технологіями	
Дозволяє оцінити задоволеність працівників цифровою культурою компанії та їхню здатність використовувати цифрові технології у роботі, визначити на основі цього сфери, які потребують вдосконалення (з урахуванням готовності працівників до цифрових трансформацій у компанії)	Основні етапи цього процесу: - визначення цілей опитування щодо задоволеності працівників цифровими технологіями; - вибір платформи для онлайн-опитування, яка буде використовуватися для його адміністрування (Google Forms, SurveyMonkey, Typeform та інші); - створення опитувальника. Деякі з запропонованих запитань можуть включати такі: Як би ви оцінили зручність використання цифрових інструментів, які ви використовуєте у своїй роботі? Як би ви оцінили якість тренінгів з роботи з цифровими інструментами? Як ви оцінюєте ефективність цифрової комунікації в компанії? Як ви оцінюєте ефективність цифрових політик і процедур компанії? Як ви оцінюєте технічну підтримку, яку ви отримуєте для роботи з цифровими інструментами? Чи є у вас пропозиції щодо покращення цифрового досвіду у вашій роботі? - створення рейтингової шкали, яка дозволить працівникам оцінити свою задоволеність по кожному питанню; - проведення опитування; - аналіз результатів і визначення сфер, у яких компанія може покращити цифровий досвід співробітників (визначення тенденцій та закономірностей в результатах опитування, сильних сторін і сфер, які потребують вдосконалення; - розробка та реалізація плану дій

Джерело: сформовано автором на основі [91]



Рис. Г.3. Модель цифрової зрілості Google

Джерело: сформовано автором за [101]

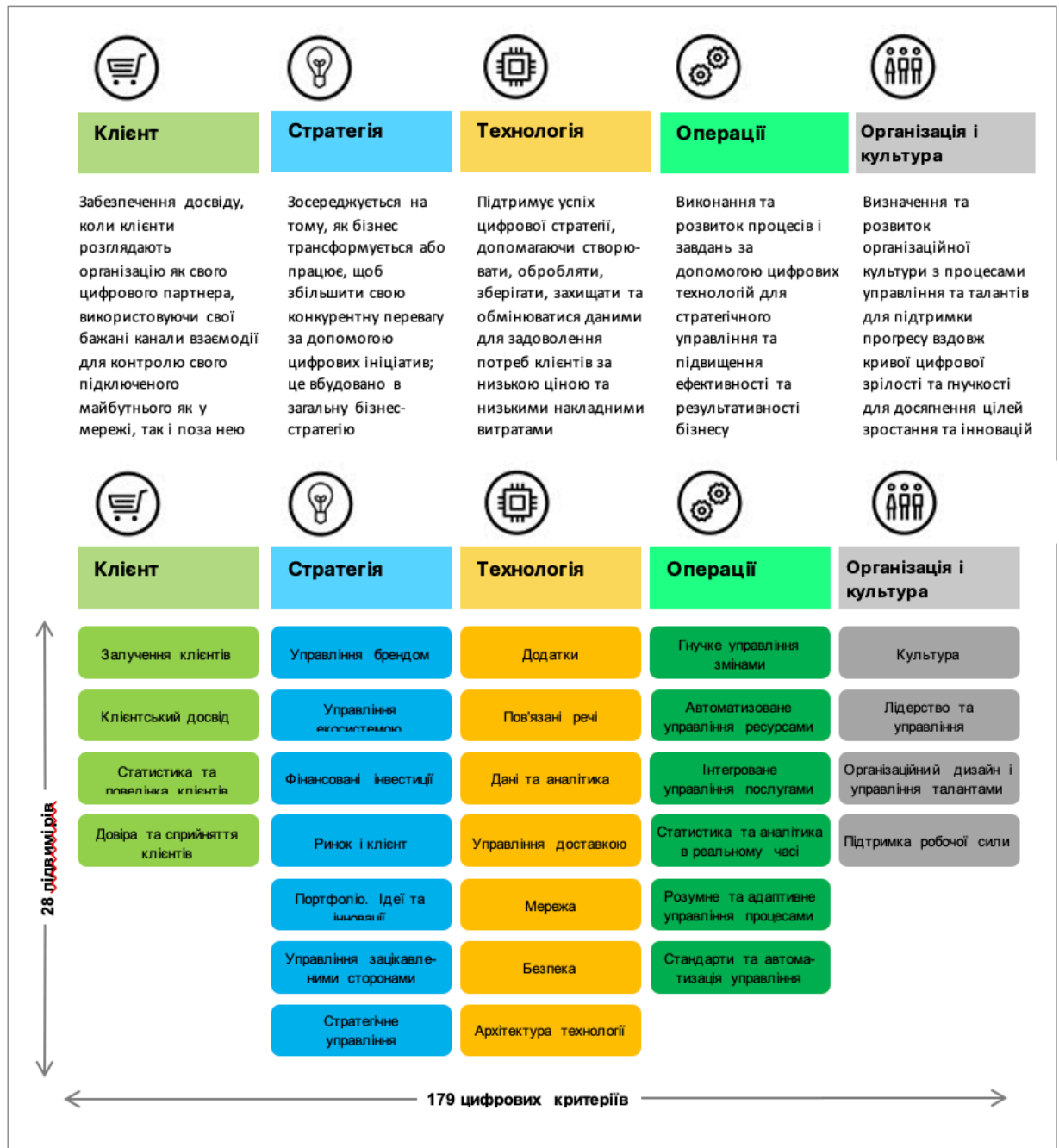


Рис. Г.4. Модель цифрової зрілості Deloitte та TM Forum

Джерело: сформовано автором за [101]

Найбільш поширені виклики цифровій зрілості

Виклики	Особливості
1	2
Децентралізація компаній визначає розрізненість підрозділів і команд, а також надлишкове програмне забезпечення	Децентралізованість структур великих компаній призводить до розрізненості підрозділів та команд, що створює великі труднощі з оцифруванням даних та процесів, через комунікаційні бар'єри, брак співпраці, відсутність обміну знаннями та надмірність програмного забезпечення
Відмінності у цифровій грамотності та навичках у великих трудових колективах	Як правило, окремі більш технологічні відділи компаній можуть здебільшого володіти цифровими навичками, необхідними для здійснення цифрової трансформації (ІТ-відділ, відділ маркетингу), а менш технологічні (відділ продажів, кадрів, фінансовий, операційний, відділ клієнтської підтримки) потребуватимуть індивідуальних підходів до підвищення кваліфікації для отримання цифрових навичок, необхідних для виконання робочих завдань в удосконаленому цифровому середовищі. Це може призвести до неефективності єдиної універсальної програми підвищення кваліфікації
Втрата продуктивності під час вивчення працівниками нових цифрових програм і процесів	Перекваліфікація та підвищення кваліфікації персоналу компанії потребує часу та зусиль. Проте компанії не можуть зупинити роботу на час навчання та адаптації працівників до нових інструментів і процесів, що може викликати втрату продуктивності їх роботи
Цифрові потреби великих компаній часто є дуже специфічними, що вимагає застосування складних додатків і навчання	Через індивідуальні потреби та проблеми з безпекою багато компаній мають складне, кастомізоване програмне забезпечення, що створює такі виклики для модернізації застарілих додатків: - інтеграція кастомних додатків з існуючими та новими програмними додатками. При цьому ІТ-відділи мають витрачати додатковий час на створення, запуск і підтримку такої екосистеми цифрових даних; - створення контекстно-релевантної програми навчання та адаптації для додатку, що використовуватиметься лише у певній компанії. Це також означає круту криву навчання для кінцевих користувачів і брак документації з підтримки у відкритих джерелах в Інтернеті
Застарілі процеси внутрішньої підтримки для вирішення проблем працівників	У багатьох великих компаніях внутрішня підтримка також застаріла і потребує диджиталізації. Компанії використовують внутрішні ІТ-відділи для обробки запитів щодо додатків і питань внутрішньої підтримки. У випадку впровадження нового програмного забезпечення кількість запитів стрімко зростає, що призводить або до перевантаження команд підтримки, або до перевищення бюджету за рахунок залучення тимчасових агентів ІТ-підтримки. Проблеми у

1	2
	підтримці працівників та довгий час очікування відповідей на свої питання призводять до їх розчарування, низького рівня впровадження нових технологій і повернення до старих
Внутрішній опір змінам	Культура вважається основним показником зрілості організації. Деякі зі співробітників можуть використовувати застарілі системи та процеси протягом тривалого часу і чинити опір змінам.

Джерело: укладено автором на основі [101]

Таблиця Г.4

Характеристика компаній, що потрапляють до квадрантів матриці цифрової зрілості MIT&Cargemini

Квадранти матриці	Характеристика компаній
Початківці	Компанії, які за результатами оцінювання потрапляють у цей квадрант, є «цифровими початківцями» та можуть опинитися в ньому як за власним вибором (наприклад, якщо керівники певної компанії вважають, що їх B2B-клієнти не будуть зацікавлені в соціальних медіа чи мобільних технологіях), так і випадково. Більшість компаній потрапляють в цей квадрант через ряд проблем, пов'язаних із незнанням про можливості новітніх цифрових технологій або інвестуванням в них без ефективного управління цифровою трансформацією компанії
Модники	Компанії, що потрапили у квадрант, зазвичай реалізують значну кількість цифрових інновацій, деякі створюючи при цьому цінність, а деякі – ні, оскільки цифрові «модні» технології можуть конфліктувати з іншими елементами трансформації і не давати необхідного синергічного ефекту. Такі компанії прагнуть реалізувати цифрові зміни, але їхні стратегії цифрової трансформації не базуються на реальних знаннях того, як діяти ефективно
Консерватори	У цей квадрант потрапляють так звані «цифрові консерватори», які розуміють необхідність єдиного бачення в управлінні та забезпеченні розумного інвестування, проте скептично ставляться до цінності нових тенденцій. Вони зазвичай розуміють, куди має рухатися компанія та як долати цифрові виклики, але не завжди можуть створити імпульс і передумови для виконання певної цифрової ініціативи. Отже, через надто обережний підхід вони можуть втрачати цінні можливості, програваючи більш активним конкурентам
Digirati	У верхній правий квадрант «Digirati» потрапляють найбільш ефективні компанії, що розуміють, як отримувати цінність від цифрової трансформації, поєднуючи комплексне бачення цієї трансформації, ефективне управління та достатні інвестиції в нові можливості, розвиваючи цифрову культуру та постійно збільшуючи конкурентні переваги

Джерело: укладено автором на основі [84; 105]

Аналіз окремих досліджень щодо цифровізації підприємств на основі анкетування

Автори / джерело	Особливості дослідження
Chi M.M., Ye D.L., Wang J.J., Di S.S. [106]	Анкетування малих і середніх виробників медичних виробів у провінції Хубей. Використовувалися показники оцінки, що дозволяли визначити операції на основі цифрових технологій, інтеграцію та трансформацію
Yang Z.N., Hou Y.F., Li D.H., Wu C. [107]	Анкетування китайських компаній щодо рівня впровадження цифрових технологій та цифрових додатків у компаніях. Опитувальник складався з 14 запитань стосовно семи різних типів цифрових технологій
Zahoor N., Zoriatas A., Adomako S., Lamprinakos G. [108]	Анкетування керівників малих і середніх фірм в ОАЕ для оцінки ступеня їх цифрової трансформації з використанням попередньо розроблених шкал, що склалися з таких вимірів, як інформаційна грамотність, взаємодія, створення цифрових продуктів і безпека
Perera S., Jin X., Das P., Gunasekara K., Samaratunga M. [109]	Анкетування компаній австралійської індустрії дизайну та будівництва на основі розробленої ними моделі поетапної цифрової зрілості
Belén R.N., Martín J.M., Guaita-Martínez J.M., Simón-Moya V. [110]	Анкетування менеджерів іспанських компаній із зосередженням на вісім вимірів, серед яких: цифрові навички та застосування технологій, інтенсивність цифрового управління, цифрові бізнес-процеси, цифрові інноваційні показники, екологічні показники, цифрове управління та гнучкість відділів, цифрове бачення та цифрова орієнтація

Джерело: укладено автором на основі відповідних джерел



Рис. Г.5. Узагальнювальні характеристики поняття «зміна» в науці

Джерело: [136]

Додаток Д

Таблиця Д.1

Причини важливості цифровізації для будівельних підприємств

Цілі	Роль цифровізації у їх досягненні
1	2
Підвищення ефективності та продуктивності	- Автоматизація процесів. Використання цифрових інструментів дозволяє автоматизувати рутинні завдання, що значно скорочує час на їх виконання та знижує ризик людських помилок. - Оптимізація ресурсів. Завдяки цифровим системам управління ресурсами компанії можуть більш ефективно планувати та використовувати матеріали, обладнання та робочу силу [34]
Покращення управління проєктами	- Building Information Modeling (BIM). BIM-технології дозволяють створювати точні тривимірні моделі будівель, що забезпечує краще планування та координацію робіт, а також зменшує кількість помилок та передбачає потенційні проблеми ще на етапі проєктування [35]. - Проєктне управління. Цифрові інструменти для управління проєктами дозволяють ефективно координувати всі етапи будівництва, від планування до завершення, а також відстежувати виконання завдань у режимі реального часу
Зниження витрат	- Зменшення відходів. Завдяки точному плануванню та управлінню ресурсами цифрові інструменти допомагають зменшити кількість будівельних відходів, що знижує витрати на матеріали та утилізацію. - Оптимізація витрат. Аналіз даних дозволяє виявляти неефективні процеси та зони з надмірними витратами, що сприяє їх оптимізації
Покращення якості робіт	- Стандартизація процесів. Використання цифрових платформ для управління будівельними процесами дозволяє створювати та дотримуватись високих стандартів якості на всіх етапах проєкту. - Моніторинг та контроль. Цифрові інструменти дозволяють відстежувати якість виконання робіт у режимі реального часу, що сприяє своєчасному виявленню та усуненню недоліків
Покращення комунікацій та координації	- Єдина платформа. Використання єдиної цифрової платформи для управління проєктами сприяє покращенню комунікації між усіма учасниками проєкту, включаючи замовників, підрядників і постачальників. - Віддалена співпраця. Цифрові інструменти дозволяють організовувати ефективну співпрацю та координацію робіт навіть при віддаленій роботі команд
Забезпечення прозорості та підзвітності	- Відстеження прогресу. Цифрові платформи дозволяють відстежувати хід виконання проєктів, що забезпечує прозорість процесів і своєчасну звітність перед замовниками й інвесторами. - Дані та аналітика. Використання даних для прийняття рішень допомагає керівництву будівельних підприємств краще розуміти стан проєктів, оцінювати ризики та планувати подальші дії

Продовження табл. Д.1

1	2
Відповідність сучасним стандартам і вимогам	- Енергоефективність та екологічні стандарти: Цифрові інструменти допомагають дотримуватись сучасних стандартів енергоефективності та екологічної стійкості, що стає все більш важливим у світлі зростаючих вимог до екологічної відповідальності бізнесу. - Відповідність регуляторним вимогам: Цифрові платформи дозволяють зберігати та відстежувати всю необхідну документацію, що полегшує процес відповідності регуляторним вимогам [142]

Джерело: укладено автором на основі [140–142]

Додаток Е

Таблиця Е.1

Обсяг виробленої будівельної продукції за видами у 2014-2023 рр., млн грн*

Будівельна продукція	Роки									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Будівництво	51108,7	57515,0	73726,9	105682,8	141213,1	181697,9	202080,8	258073,6	114943,8	165818,2
Будівлі	24856,5	28907,5	38106,4	52809,6	66791,6	83589,3	80625,6	102894,3	50172,5	65511,5
житлові	11292,4	13908,8	18012,8	23730,0	29344,8	33208,8	29083,6	39147,9	20072,2	22906,6
нежитлові	13564,1	14998,7	20093,6	29079,6	37446,8	50380,5	51542,0	63746,4	30100,3	42604,9
будівлі транспорту та засобів зв'язку	...	...	...	392,5	550,5	737,8	769,6	668,8	536,9	605,0
будівлі промислові та склади	...	...	...	...	10363,2	13414,6	15971,8	19848,4	10249,0	12570,6
Інженерні споруди	26252,2	28607,5	35620,5	52873,2	74421,5	98108,6	121455,2	155179,3	64771,3	100306,7
транспортні споруди	6998,6	7232,9	9819,5	19001,0	27428,3	33532,4	67857,8	90093,0	23773,1	37957,4
автостради, вулиці та дороги	4347,2	5613,4	7678,3	16395,9	23540,9	27074,8	62126,8	83957,3	17062,4	25356,4
залізниці	1106,7	715,3	856,0	1091,0	1764,0	1999,3	1890,8	1729,1	1357,2	1063,7
злітно-посадкові смуги	6,6	0,6	к	46,4	30,7	515,1	429,0	680,9	к	к
мости, естакади, тунелі та метро	465,2	449,6	к	833,5	1192,4	2441,4	2295,5	2729,8	5206,8	8429,2
порти, канали, греблі та інші водні споруди	1072,9	454,0	693,2	634,2	900,3	1501,8	1115,7	995,9	к	к
трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі	5683,4	7443,0	9809,2	12805,3	15950,5	20583,4	21945,0	26804,7	15626,9	22687,3
магістральні трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі	2821,9	3738,7	4949,1	6216,6	7520,5	9287,7	10058,6	12428,8	7367,9	11820,9
місцеві трубопроводи та комунікації	2861,5	3704,3	4860,1	6588,7	8430,0	11295,7	11886,4	14375,9	8259,0	10866,4
комплексні промислові споруди	10632,6	10436,3	11685,2	16186,7	24291,0	36638,8	25333,1	30746,3	22665,0	35473,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
споруди гірничопромислових та добувних підприємств	7482,9	7133,2	7995,8	10108,1	13676,9	15501,6	14008,7	17309,1	14831,6	26024,1
споруди підприємств електроенергетики	1389,6	1675,8	2137,9	3657,1	7100,3	16500,5	7532,9	8982,8	5810,8	7420,9
споруди підприємств хімічної промисловості	184,9	174,6	194,6	240,6	280,9	210,9	342,4	377,1	392,4	525,1
споруди підприємств металургійної промисловості	1575,2	1452,7	1356,9	2180,9	3232,9	4425,8	3449,1	4077,3	1630,2	1503,4
інші інженерні споруди	2937,6	3495,3	4306,6	4880,2	6751,7	7354,0	6319,3	7535,3	2706,3	4188,5
з них споруди спортивного та розважального призначення	243,4	158,2	248,9	427,8	729,2	1748,0	1856,3	2945,1	260,1	276,5

* Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, за 2014–2021 роки без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022-2023 роки без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

(к) – дані не оприлюднюються з метою виконання вимог Закону України "Про офіційну статистику" щодо забезпечення гарантій органів державної статистики щодо статистичної конфіденційності

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 7]

**Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію в
Україні (за видами) у 2010–2023 рр., кв. м***

Рік	Загальна площа житлових будівель, м ²	У тому числі		
		будинки одноквартирні	будинки з двома та більше квартирами	гуртожитки
2010	8603	5713	2868,8	22,1
2012	9769600	6465100	3260900	43600
2013	9949400	5864100	4023700	61600
2014	9741300	4553400	5161100	26800
2015	11044400	5580000,0	5435200	29200
2016	9366800	4089200	5249600	28000,0
2017	10206000	4231400	5934900	39700
2018	8689356	4247660	4434586	7110
2019	11029327	5847163	5176389	5775
2020	8451221	4271823	4172313	7085
2021	11433790	4351564	7051835	30391
2022	7110224	2783504	4320519	6201
2023	7380752	3482538	3886163	12051

* Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя, за 2014–2021 роки без урахування частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022–2023 роки без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 8; 9]

Загальна площа нежитлових будівель, прийнятих в експлуатацію, за видами у 2018–2023 рр., кв. м*

Рік	Загальна площа нежитлових будівель, м ²	У тому числі						
		готелі, ресторани та подібні будівлі	будівлі офісні	будівлі торговельні	будівлі транспорту та засобів зв'язку	будівлі промислові та склади	будівлі для публічних виступів, закладів освітнього, медичного та оздоровчого призначення	будівлі нежитлові інші
2018	2908378	184141	80782	569411	117630	612527	316643	1027244
2019	3962270	156494	229838	894508	113212	1056895	217787	1293536
2020	3444193	123409	218636	672192	187304	701409	321617	1219626
2021	4948874	177158	344765	1782723	279072	1120034	322073	923049
2022	2493070	143968	264142	511176	152489	685847	344554	390894
2023	2340350	174557	137726	524793	65333	850527	83297	504117

* Дані за 2018–2021 роки наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022–2023 роки без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 10]

**Загальна площа житлових будівель на початок будівництва, за видами у
2018–2023 рр., кв. м***

Рік	Загальна площа житлових будівель ¹ , м ²	У тому числі		
		будинки одноквартирні ¹	будинки з двома та більше квартирами	гуртожитки
2018	12873616	417597	12442252	13767
2019	14700707	290183	14362898	47626
2020	7514310	384138	7120737	9435
2021	12714908	356542	12340397	17969
2022	6668984	130065	6528517	10402
2023	4205318	164599	4033659	7060

* Дані за 2018–2021 роки наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022–2023 роки без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

¹ – Без урахування даних щодо житлових будівель, показники за якими відсутні у Повідомленні про початок виконання будівельних робіт (Постанова КМУ від 13.04.2011 №466 (із змінами)).

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 11]

Загальна площа нежитлових будівель на початок будівництва, за видами у 2018–2023 рр., кв. м*

Рік	Загальна площа нежитлових будівель, м ²	У тому числі						
		готелі, ресторани та подібні будівлі	будівлі офісні	будівлі торговельні	будівлі транспорту та засобів зв'язку	будівлі промислові та склади	будівлі для публічних виступів, закладів освітнього, медичного та оздоровчого призначення	будівлі нежитлові інші
2018	3832437	355790	224407	648942	103569	974592	429767	1095370
2019	5307329	490570	595560	1128043	148654	1029047	736071	1179384
2020	3791885	333412	262137	1165037	76088	946290	284702	724219
2021	6241656	793509	437986	1702427	158765	1714314	449180	985475
2022	2538074	197567	231316	860963	47996	843723	111392	245117
2023	2866693	127176	171391	732321	69484	1183579	114846	467896

* Дані за 2018–2021 роки наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях, за 2022–2023 роки без урахування тимчасово окупованих російською федерацією територій та частини територій, на яких ведуться (велися) бойові дії.

Джерело: складено за матеріалами [3; 4; 12]

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Анкета експертної оцінки рівня цифровізації проєктної діяльності будівельного підприємства *

Критерій	Мах оцінка, бали	Експертна оцінка
Побудова 3D BIM	До 2	
Побудова 4D BIM	До 3	
Побудова 5D BIM	До 5	
Разом	До 10	

* - анкета заповнюється кожним експертом

Джерело: сформовано автором

Таблиця Ж.2

Анкета експертної оцінки рівня цифровізації будівельної діяльності будівельного підприємства*

Критерій	Мах оцінка, бали	Експертна оцінка
Комп'ютеризація та інформатизація окремих технологічних і управлінських операцій	До 2	
Автоматизація та роботизація основних бізнес-процесів і їх програмне забезпечення	До 3	
Наявність і використання цифрової бізнес-моделі на базі 5D BIM	До 5	
Разом	До 10	

* - анкета заповнюється кожним експертом

Джерело: сформовано автором

Таблиця Ж.3

Анкета експертної оцінки рівня цифровізації експлуатаційної діяльності будівельного підприємства*

Критерій	Мах оцінка, бали	Експертна оцінка
1	2	3
Комп'ютеризація та інформатизація окремих регламентних експлуатаційних операцій	До 2	

Продовження табл. Ж.3

1	2	3
Побудова та використання цифрових двійників в окремих бізнес-процесах регламентних експлуатаційних робіт	До 3	
Використання 6D BIM на базі цифрових двійників для бізнес-процесів по всіх видах регламентних експлуатаційних робіт	До 5	
Разом	До 10	

* - анкета заповнюється кожним експертом

Джерело: сформовано автором

Додаток I

Публікації за темою дисертаційної роботи

Монографії:

1. Khaustova V., Ilyash O., Smoliar L., Bondarenko D. Digitalization and Its Impact on the Development of Society. In M. Sobczak-Michalowska, S. Borah, Z. Polkowski, S. Mishra (Eds.). Applications of Synthetic High Dimensional Data IGI Global, 2024, pp. 54-76. (*Scopus*).

DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1886-7.ch004>

Особистий внесок: визначено сутність цифровізації, виявлено та угруповано основні переваги та загрози, що вона несе суспільству.

2. Інтеграція освіти та науки в Україні на базі моделі університету майбутнього : кол. моногр. / авт. кол. : Кизим М. О., Решетняк О. І., Хаустова В. Є., Луценко Н. Л., Остапенко В. Х., Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 424 с. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE_%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8_%D1%82%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8.pdf

Особистий внесок: узагальнено сучасні тренди інноваційного розвитку, місце в них цифровізації, обгрунтовано важливість підготовки кваліфікованих кадрів для розвитку наукового потенціалу країни, інноваційного підприємництва в ній тощо.

Статті у фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:

3. Khaustova V., Bondarenko D., Omarov Sh., Yudenko Ye., Yurchenko O. Analysis of research trends in the field of digital finance based on bibliometric data.

Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice. 2024. Vol. 4 (57). (Scopus, Web of Science).

DOI: 10.55643/fcaptp.4.57.2024.4429

Особистий внесок: сформовано методологію бібліометричного аналізу напрямів наукових досліджень в сфері цифрових фінансів на основі публікацій у виданнях, що індексуються у Скопус, та відповідно до неї проведені дослідні процедури з використанням інструментарію VOSviewer.

4. Бондаренко Д. В. Теоретичні засади цифрових трансформацій в компаніях. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 64.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-39>

5. Хаустова В. Є., Крячко Є. М., Бондаренко Д. В. Моделювання впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 61–73.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-61-73>

Особистий внесок: розроблено когнітивну модель впливу факторів цифровізації на економічний розвиток країн світу.

6. Бондаренко Д. В. Методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі. *Бізнес Інформ*. 2024. № 6. С. 93–103.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-6-93-103>

7. Бондаренко Д. В., Калашникова К. Ю. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65.

DOI: 10.32782/2524-0072/2024-65-2

Особистий внесок: визначено зміст цифровізації будівництва, досліджено найбільш перспективні цифрові технології та розглянуто концепцію BIM, проаналізовано заходи та програми підтримки розвитку BIM в країнах світу, виділено виклики та перешкоди цифровізації будівельної галузі, зокрема запровадження BIM.

8. Хаустов М. М., Данько А. Т., Бондаренко Д. В., Юрченко О. К. Дослідження екосистем стартапів країн світу для забезпечення їх економічного зростання. *Бізнес Інформ*. 2022. № 8. С. 47–59.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-8-47-59>

Особистий внесок: виявлено та досліджено структуру та склад основних міжнародних індексів та рейтингів, які характеризують інноваційну діяльність, зокрема показники цифровізації в них; узагальнено методику кореляційного аналізу за обраними індексами.

Публікації за матеріалами конференцій:

9. Бондаренко Д. В. Ключові рушії цифровізації компанії у забезпеченні її конкурентоспроможності // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 24 листоп. 2023 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2023. С. 1004–1008. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_2023_DynJqcC.pdf

10. Кизим М. О., Бондаренко Д. В. Сучасні концепції побудови моделей економік країн світу // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 25 листоп. 2022 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2022. С. 825–828. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2_25_11_2022.pdf

Особистий внесок: досліджено існуючі концепції побудови моделей економік країн світу з врахуванням їх фокусу на інновації, інноваційні технології тощо.

11. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Оцінки цифровізації та впливу інформаційно-комунікаційних технологій на економічний розвиток країн // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19 листоп. 2021 р.). Харків :

ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. С. 416–431. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_2021.pdf

Особистий внесок: досліджено існуючі підходи до оцінки цифровізації та розвитку ІКТ в країнах світу.

12. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифровізація: здобутки та загрози для суспільства // Science and practice: implementation to modern society : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Манчестер, 18–19 квіт. 2021 р.). Манчестер, Велика Британія. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/11577>

Особистий внесок: визначено основні переваги та загрози цифровізації суспільству.

13. Хаустов М. М., Бондаренко Д. В. Цифрові технології майбутнього в розвитку суспільства // Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 13 листоп. 2020 р.). Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 338–347. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/TEZU_%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%82%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97_2020.pdf

Особистий внесок: узагальнено основні найбільш перспективні цифрові технології, та розкрито їх сутність.



ТОВ «БУДІВЕЛЬНА КОМПАНІЯ ГРІН ПАРК»

Україна, 46018
Тернопільська обл., м. Тернопіль,
провулок Цегельний 1, офіс 7
Код ЄДРПОУ: 42616401

р.р. UA493348510000000026000105738
МФО: 3334851
АТ «ПУМБ»
E-mail: greenparkternopil@gmail.com

№ 44-5/7 від 10.07.2024

Довідка
про використання результатів дисертаційної роботи
на тему: «Управління цифровими трансформаціями підприємств
будівельної галузі України»
Бондаренка Дмитра Валерійовича
на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
«Менеджмент»

Представлені в дисертаційній роботі результати та пропозиції, а саме:

- методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України;
- бізнес-модель будівельного підприємства та цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM;
- структурно-логічна схема цифровізації будівельного підприємства;
- рекомендації щодо цифрової трансформації будівельної компанії на основі оцінки її цифровізації та обґрунтуванні першочергових напрямів її поглиблення, використовуються у роботі БУДІВЕЛЬНОЇ КОМПАНІЇ «ГРІН-ПАРК» при формуванні стратегії цифрової трансформації, визначенні шляхів її проведення з врахуванням сучасного стану ринку та готовності до цифрової трансформації компанії зокрема, тенденцій розвитку цифрових технологій в будівництві та досвіду їх запровадження в будівельних компаніях провідних країн світу тощо.

Обґрунтованість, можливість та доцільність впровадження пропонованих розробок та рекомендацій не викликає сумніву та сприятиме активізації цифрової трансформації українських будівельних компаній та розвитку будівельної галузі зокрема.



Директор

Новаковський В.Р.

ТОВ «ГЛОБАЛ ГРУП ІНВЕСТ»

Адреса: м.Тернопіль, вул 15 Квітня буд. 2М ЄДРПОУ 45477002

IBAN UA393065000000026002300015634 в АТ «АБ «РАДАБАНК» МФО 306500

№ 37 від 12.05.2024

Довідка

про використання в практичній роботі результатів дисертаційної роботи
Бондаренка Дмитра Валерійовича на тему: «Управління цифровими
трансформаціями підприємств будівельної галузі України» на здобуття наукового
ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 Менеджмент

Наукові результати, представлені Бондаренко Дмитром Вікторовичем в дисертації, а саме: методичний підхід до оцінки цифровізації підприємств будівельної галузі України; цифрова бізнес-модель будівельного підприємства, створена на основі BIM; результати SWOT-аналізу будівельної галузі України мають практичну цінність та використовуються в роботі ТОВ «ГЛОБАЛ ГРУП ІНВЕСТ» в процесі розробки стратегії її цифрової трансформації, а також стратегування подальшого розвитку.

Пропоновані в дисертаційній роботі розробки є актуальними, враховують та пропонують шляхи вирішення нагальних проблем у сфері управління цифровою трансформацією підприємств будівельної галузі України, засновані на аналізі сучасних наробок в цій сфері, новітніх цифрових технологій тощо, враховують специфіку та проблеми діяльності будівельних підприємств, добре обґрунтовані та загалом створюють надійний науковий базис для підвищення якості прийняття управлінських рішень в цій сфері.

Директор



Igor TOMAN