

РОЗДІЛ 1.

Цифрові технології в умовах глобальних викликів: досвід розвинених країн і практика українських підприємств

АНДРОСОВА Олена Федорівна,
д.е.н., професор, професор кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-002-2727-2474>

1.1. ЦИФРОВА ЕРА HR: ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ КАДРОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Вступ. У сучасному світі цифрові технології є ключовим фактором перетворення та зростання бізнесу, що неминуче призводить до переосмислення традиційних методів управління кадровим потенціалом. У зв'язку з цим проводиться безліч досліджень. Одним із центральних напрямків вивчення є автоматизація HR-процедур, яка, як показує практика, суттєво підвищує ефективність кадрового менеджменту. Результати досліджень показують, що впровадження автоматизованих систем для виконання рутинних завдань, таких як рекрутинг, обробка резюме та організація кадрової документації, дозволяє знизити витрати та значно прискорити процеси найму персоналу. Завдяки цьому підходу підбір співробітників стає прозорішим і менш залежним від суб'єктивних рішень людей, що мінімізує ризик помилок і сприяє більш об'єктивному прийняттю рішень.

Виклад основних результатів дослідження. Штучний інтелект (ШІ) в HR, якому приділяється значна увага в дослідженнях, виступає важливим інструментом для аналізу великих обсягів кадрових даних.

Використання штучного інтелекту відкриває можливості для прогнозування ефективності працівників, виявлення потреб у додатковому навчанні та впровадження індивідуалізованих стратегій професійного зростання. Однак, низка дослідників звертає увагу на потенційні виклики, які можуть виникати для персоналу у зв'язку з автоматизацією та інтеграцією новітніх технологій, зокрема труднощі адаптації до змінених робочих процесів і необхідність освоєння нових інструментів [1].

Оцифрування бізнес-процесів також стимулює трансформацію методів розвитку та навчання співробітників. Актуальні наукові роботи підкреслюють важливість дистанційних освітніх програм, онлайн-платформ для підвищення кваліфікації, а також застосування технологій віртуальної реальності для проведення тренінгів.

Такі методи не лише розширюють доступність навчання, але й дають змогу адаптувати його до індивідуальних потреб працівників. Однак науковці наголошують на необхідності адаптації навчального контенту до різних культурних контекстів та вікових груп, оскільки сприйняття нових форматів навчання може варіюватися.

Питання впливу цифрової трансформації на формування корпоративної культури та внутрішню взаємодію в організаціях стає об'єктом особливої уваги науковців. Деякі дослідники підкреслюють, що інтеграція сучасних цифрових рішень здатна трансформувати комунікаційні механізми та впливати на характер командної співпраці. Взагалі, впровадження новітніх інструментів може як посилювати ізоляцію окремих співробітників, так і підвищувати рівень їхньої залученості завдяки більшій відкритості та інтеактивності робочих процесів. Водночас сучасні HR-інновації, які впроваджуються комплексно з урахуванням як технологічних, так і соціально-психологічних чинників адаптації персоналу,

відкривають значний потенціал для підвищення ефективності управління людськими ресурсами [5; 7].

У рамках цього дослідження під інноваційними HR-технологіями розуміється комплексна сукупність цифрових інструментів і методик, що застосовуються з метою автоматизації, оптимізації та якісного покращення процесів управління кадровим потенціалом в сучасних організаціях. Застосування цих технологій дає змогу не лише підвищити продуктивність HR-відділів, а й сприяє стратегічному розвитку підприємств шляхом удосконалення якості кадрового менеджменту. Сучасні HR-технології включають різноманітні цифрові інструменти, які використовуються на кожному етапі управління людськими ресурсами – від рекрутингу та відбору кандидатів до професійного зростання і підтримки лояльності працівників.

Стрімкий прогрес у сфері HR-технологій спонукає компанії до глибокого та всебічного їхнього вивчення. У цьому контексті особливої ваги набуває класифікація інноваційних HR-технологій, що полегшить їхнє розуміння, дослідження та практичне використання в різноманітних ситуаціях, таких як адаптація нових співробітників, розвиток талантів та підвищення загальної ефективності. Систематизувати HR-технології можна за такими критеріями: функціональне призначення, технологічна база та рівень впливу на управлінські процеси [2; 4].

1. HR-технології за функціональним призначенням (табл. 1):

- Залучення та відбір кадрів: автоматизація процесів пошуку, оцінки та найму персоналу, включаючи програмні комплекси для аналізу резюме, проведення відеоінтерв'ю та організації асесмент-центрів.

- Навчання та професійний розвиток: платформи для дистанційного навчання, системи управління знаннями, інструменти для організації тренінгів та розвитку необхідних навичок.

- Контроль продуктивності: засоби для відстеження та оцінювання результативності працівників, а також управління поставленими цілями і досягненнями.

Таблиця 1

Сучасні технології в управлінні персоналом

Системи управління людськими ресурсами (HRIS)	Штучний інтелект (ШІ) в контексті управління персоналом	Аналітика великих даних (Big Data Analytics)	Технологія блокчейн	Хмарні обчислення (Cloud Computing)	Технології віртуальної та доповненої реальності (VR/AR)
Являють собою інтегровані програмні комплекси, призначені для централізованого зберігання та обробки інформації про співробітників, автоматизації кадрового адміністрування, нарахування заробітної плати, управління компенсаціями та іншими пов'язаними процесами.	Передбачає автоматизацію різноманітних завдань, включаючи первинний відбір резюме кандидатів, прогнозування ефективності роботи співробітників, аналіз моделей поведінки, розробку індивідуалізованих навчальних програм на основі навичок, інтересів та попередніх досягнень працівників, а також створення чат-ботів для оперативного надання інформації або виконання стандартних рутинних операцій.	У сфері управління персоналом являє собою поглиблений процес дослідження значних обсягів інформації, що стосується співробітників. Це включає аналіз моделей поведінки, оцінку ефективності їхньої роботи, вимірювання рівня задоволеності працею, виявлення ключових чинників успіху, прогнозування траєкторій кар'єрного зростання та оптимізацію процесу прийняття управлінських рішень.	Забезпечує підвищену прозорість та безпеку даних про персонал, що значно зменшує ймовірність витоку конфіденційної інформації та дає змогу створювати захищені цифрові картки співробітників.	Надають можливість зберігати та опрацьовувати кадрові дані у віддаленому режимі, що підвищує гнучкість роботи HR-підрозділів.	Знаходять застосування у навчанні персоналу, створенні імітаційних моделей робочих сценаріїв та проведенні тренінгів у віртуальному просторі.

Джерело: [5]

- Утримання кадрів: технологічні рішення, спрямовані на підтримку мотивації, залученості та задоволеності персоналу, що включають проведення опитувань і подальший аналіз зібраної інформації [6].

2. HR-технології за технологічною основою:

- Програмне забезпечення: комплексні HR-платформи, нішеві аплікації для управління людськими ресурсами, а також системи, що гуртуються на технологіях штучного інтелекту.

- Хмарні рішення: сервіси в хмарі для зберігання та обробки інформації про працівників, які забезпечують можливість користуватися HR-інструментами з будь-якого місця світу.

- Інструменти аналітики: рішення для накопичення, обробки та дослідження значних обсягів інформації, що стосується співробітників.

- Мобільні рішення: мобільні застосунки для доступу до HR-сервісів, управління кар'єрними планами та налагодження комунікації між співробітниками.

3. HR-технології за рівнем впливу на управлінські процеси:

- Автоматизація рутини (операційний рівень): технології спрямовані на зняття навантаження з виконання регулярних адміністративних дій, як-от облік робочого часу та розрахунок зарплат.

- Підтримка розвитку (тактичний рівень): інструментарій цього рівня фокусується на середньострокових HR-ініціативах, допомагаючи в управлінні ключовими співробітниками та їх кар'єрному плануванні.

- Формування майбутнього (стратегічний рівень): системні рішення забезпечують можливості для довгострокового планування, гнучкого управління організаційними перетвореннями та цілеспрямованого впливу на корпоративну культуру.

Взагалі, така система класифікації дає змогу структурувати інноваційні HR-технології за ключовими характеристиками, що сприяє глибшому розумінню їхнього впливу на різні аспекти управління кадровим потенціалом в контексті цифрової трансформації. Впровадження передових технологій в HR-процеси відкриває значні перспективи для підвищення операційної ефективності компанії, однак водночас породжує певні складнощі (табл. 2).

Таблиця 2

**Плюси та мінуси використання цифрових технологій
у HR-сфері в управлінні персоналом**

Переваги інноваційних технологій у роботі з персоналом	Проблеми впровадження технологій у HR-процеси
1. Зростання ефективності та продуктивності: Завдяки автоматизації рутинних операцій шляхом впровадження таких технологічних рішень, як HRIS та інструменти на основі штучного інтелекту, HR-спеціалісти отримують можливість заощаджувати час і концентруватися на стратегічно важливих завданнях. Прискорення та підвищення точності прийняття рішень: Використання технологій Big Data та штучного інтелекту для аналізу значних обсягів інформації забезпечує більш оперативне та обґрунтоване прийняття управлінських рішень [10].	1. Усвідомлення змін та опір їм: – Протидія з боку співробітників, викликана побоюваннями щодо майбутніх змін, можливої втрати роботи або зменшення важливості їхньої ролі в організації. – Психологічні перешкоди, такі як стрес, тривожність або емоційне виснаження, що виникають у зв'язку з необхідністю опанування нових інструментів та адаптації до змін у робочих процесах.
2. Підвищення рівня найму та навчання: Застосування AI-алгоритмів для аналізу резюме забезпечує більш точний відбір кандидатів. Впровадження інтерактивних навчальних програм на базі технологій віртуальної реальності та штучного інтелекту сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу та прискорює процес адаптації нових співробітників до робочого середовища.	2. Труднощі з інтеграцією технологій: – Складність у забезпеченні злагодженої роботи різних програмних платформ та інструментів, що може призвести до розрізненості даних та зниження загальної ефективності. – Ризик репутаційних і фінансових збитків для організації через порушення норм безпеки та конфіденційності даних.
3. Зростання рівня залученості та мотивації співробітників: Застосування штучного інтелекту для розробки індивідуалізованих програм розвитку та мотивації дає змогу більш точно враховувати особистісні потреби та прагнення працівників. Підвищення ефективності внутрішньої комунікації та розвиток цифрової корпоративної культури в організації забезпечується через впровадження соціальних мереж, внутрішніх месенджерів і спільних робочих платформ.	3. Технічні та управлінські виклики: – Високі фінансові затрати на інтеграцію сучасних технологічних рішень, які часто стають серйозною перепоною для малого та середнього бізнесу. – Уповільнення процесу впровадження інновацій через недостатню кількість висококваліфікованих спеціалістів, здатних ефективно використовувати передові технології.

Джерело: [5]

Зважаючи на переваги, так і потенційні ризики, пов'язані з інтеграцією сучасних HR-технологій, компаніям необхідно розробляти стратегії, спрямовані на мінімізацію негативних наслідків та максимальне використання наявних можливостей.

Ефективне розгортання HR-технологій – це значно більше, ніж просто технічна імплементація; це вимагає інтегрованої стратегії. Ключовими компонентами є навігація в періоді змін, інвестування в навчання команди, гарантування безпеки чутливої інформації та формування робочого клімату, що заохочує до сприйняття нових інструментів і підходів. Тільки такий комплексний підхід дозволить технологіям працювати на повну силу, підвищуючи продуктивність HR-департаменту та сприяючи безшовній інтеграції людей у цифрову екосистему компанії [3; 8].

Історично склалося, що під адаптацією персоналу розуміють шлях поступового занурення новачка у специфіку роботи підприємства, під час якого він опановує корпоративну культуру, цінності та прийняті норми поведінки. Цей шлях складається з кількох фаз: первинне знайомство, набуття компетенцій для виконання посадових обов'язків та налагодження соціальних і професійних зв'язків у колективі.

В умовах цифрового середовища цей процес вимагає не лише оволодіння новими технологічними інструментами, але й переосмислення підходів до комунікації, організації робочого часу та взаємодії в команді. Виділимо ключові підходи до цифрової адаптації:

– Підготовленість до цифрової ери (digital readiness) – це комплексне поняття, яке виходить за рамки суто технічних умінь співробітників і включає їхню психологічну гнучкість та готовність сприймати інноваційні зміни. У цьому світлі, організації мають завдання оцінити ступінь цієї цифрової адаптованості в команді та забезпечити доступ до засобів для розвитку необхідних навичок. Критично важливим елементом є психологічний супровід персоналу, що реалізується через інструменти коучингу, наставництва та освітні ініціативи. Це допомагає пом'якшити

природне занепокоєння перед новим та зміцнити віру людей у їхню здатність опановувати сучасні технології.

– Модель прийняття технологій (Technology Acceptance Model, TAM): Ця модель висвітлює механізми та причини, за якими співробітники приймають або відхиляють нові технологічні рішення. Теорія TAM висуває на передній план два ключові фактори, що визначають прийняття технологій: очікувана вигода від використання (*perceived usefulness*) та передбачувана нескладність освоєння (*perceived ease of use*). Успішна інтеграція персоналу в цифрове середовище фундаментально залежить від того, чи усвідомлюють співробітники реальну цінність впроваджуваних інструментів і чи не вважають процес їх застосування надмірно обтяжливим [9].

– Модель дифузії інновацій (*diffusion of innovations*): така модель базується на процесі поширення нових технологій серед співробітників організації. Відповідно до моделі Роджерса, персонал поділяється на різні категорії залежно від їхньої схильності до прийняття інновацій: новатори, ранні послідовники, рання більшість, пізня більшість та консерватори. Представники кожної з цих категорій мають власну, відмінну реакцію на впровадження нових технологій, що робить необхідним розробку гнучких, індивідуалізованих шляхів для їхньої успішної інтеграції [11].

– Психологічний контракт в умовах цифровізації: йдеться про неформальну домовленість між працівником та роботодавцем щодо їхніх взаємних очікувань та обов'язків. У цифровій сфері зміни технологій і робочих процедур можуть змінювати те, як працівники сприймають виконання невисловлених домовленостей. Це акцентує увагу на необхідності прозорого спілкування та активній допомозі керівництва під час впровадження цифрових трансформацій.

Отже, для вдалої інтеграції персоналу в цифрове середовище необхідна комплексна система підтримки, яка охоплює як розвиток професійних компетенцій, так і надання психологічної

допомоги. Це дасть змогу компаніям не лише забезпечити ефективне впровадження новітніх технологій, але й підтримувати високий рівень мотивації та продуктивності своїх співробітників.

Проаналізуємо ці етапи більш ґрунтовно (рис. 1).

1. Виявлення та оцінка потреб: на початковому етапі компанія проводить ретельний аналіз існуючих HR-процесів з метою виявлення проблемних зон та визначення необхідності впровадження цифрових технологій. Цей етап включає:

- Оцінку поточного рівня автоматизації HR-функцій.
- Аналіз готовності персоналу до використання нових технологічних рішень.
- Визначення стратегічних цілей щодо інтеграції цифрових інструментів.

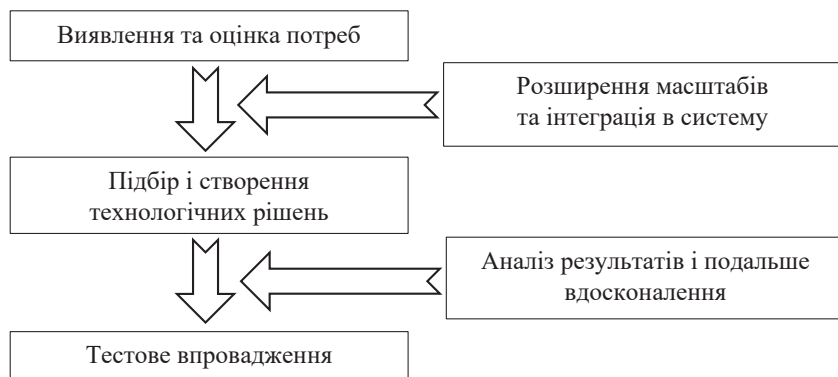


Рис. 1. Послідовність впровадження цифрових технологій
у сфері управління персоналом

Джерело: [5]

2. Підбір і створення технологічних рішень: після глибокого аналізу потреб здійснюється вибір найбільш підходящих HR-технологій, здатних оптимізувати виявлені проблемні зони. Це може передбачати:

– Вибір готових програмних продуктів (HRIS або ATS) або розробку індивідуальних технологічних рішень, адаптованих до специфічних потреб компанії.

– Оцінку необхідних інвестицій на впровадження та прогнозування окупності інвестицій (ROI).

3. Тестове впровадження: перед повномасштабним впровадженням технологія піддається тестуванню в межах окремого підрозділу або на вибіркових HR-процесах. Це надає можливість ідентифікувати потенційні недоліки та проблеми, що виникають під час функціонування технологічного рішення, оцінити рівень його практичної ефективності, а також зібрати враження та коментарі цільової аудиторії для майбутньої оптимізації.

4. Розширення масштабів та інтеграція в систему: після успішного завершення пілотного тестування здійснюється впровадження технології на рівні всієї організації. Для успішного впровадження цього процесу необхідно організувати навчання та підтримку працівників, гарантувати інтеграцію нових технологій із існуючими системами, а також встановити ефективні механізми моніторингу і технічного супроводу нововведень [8].

5. Етап оцінки отриманих результатів та безперервного вдосконалення: це один із найбільш значущих етапів у процесі цифрової перебудови системи управління персоналом. Він дає змогу не лише зрозуміти, наскільки успішно нові технологічні інструменти сприяють пристосуванню співробітників до роботи в цифровому просторі, але й комплексно оцінити їхній вплив на загальний стан HR-процесів та на результативність діяльності підприємства в цілому. До ключових методів оцінки ефективності сучасних HR-технологій, з особливою увагою до їхнього значення для адаптації співробітників, належать: моніторинг та аналіз ключових індикаторів продуктивності (KPI): цей метод є інструментом для точного вимірювання рівня успішності інтеграції персоналу з новими технологічними рішеннями та для визначення їхнього впливу на динаміку HR-процесів.

Основні КРІ в цьому контексті включають:

1. Тривалість адаптації нових співробітників.
2. Рівень залученості персоналу, що оцінюється через регулярні опитування та аналіз активності використання цифрових інструментів (персоналізовані програми навчання та розвитку тощо).

3. Рівень плинності кадрів.

4. Продуктивність персоналу, що вимірюється через аналіз результативності, кількість виконаних завдань та досягнення індивідуальних і командних цілей.

– Збір та аналіз даних для оцінки впливу HR-технологій:

1. Періодичний збір даних від співробітників через опитування для оцінки (якісної та кількісної) зручності застосування технологічних рішень, загального рівня задоволення та швидкості їхньої адаптації до зміненого робочого середовища.

2. Аналіз значних обсягів даних (Big Data) з метою виявлення паттернів поведінки та прогнозування успішності адаптації співробітників на підставі їхньої взаємодії з онлайн-курсами, системами управління ефективністю та іншими електронними інструментами.

1. Кількісні метрики використання технологій (кількість користувачів, частота використання, час взаємодії з системами) для оцінки рівня активності персоналу в процесі адаптації.

2. Аналіз фідбеку, зібраного за допомогою діджитал-платформ, для з'ясування, наскільки задоволені працівники впровадженими інструментами, і як ці інструменти позначаються на їхній адаптації.

– Визначення рентабельності інвестицій (ROI) у HR-рішення:

1. Проведення порівняльного аналізу ключових метрик (як-от коефіцієнт текучості кадрів, ефективність роботи, термін інтеграції нового персоналу тощо) до і після впровадження технологічних рішень.

2. Оцінювання заощадження часу та ресурсів, досягнутого шляхом автоматизації кадрових процедур.

3. Дослідження довготривалих змін у фундаментальних бізнес-процесах (зростання конкурентних переваг, оптимізація витрат на підбір персоналу, підвищення рівня задоволення працівників).

– Оцінювання впливу новітніх HR-технологій на корпоративну культуру та внутрішній клімат компанії:

1. Систематичне дослідження корпоративного клімату через опитування з метою з'ясування, як персонал сприймає зміни та новітні технології.

2. Застосування індикаторів залученості та лояльності співробітників для визначення ступеня їхньої задоволеності новими інструментами та трансформаціями у внутрішній культурі.

Отже, методологія впровадження цифрових технологій в HR-процеси передбачає ретельно спланований підхід, що враховує унікальні особливості підприємства, його технологічні потреби та рівень готовності персоналу до змін. Ключовою умовою для успішної інтеграції інноваційних рішень та досягнення стратегічних завдань компанії в умовах цифрової перебудови є використання адаптивних або послідовних підходів до імплементації та забезпечення ефективного керування трансформаціями, що доповнюється безперервним відстеженням та аналізом підсумків.

Висновки. Втілення передових технологій, таких як штучний інтелект, автоматизація, аналіз великих даних, віртуальна реальність та блокчейн, відкриває значні можливості для підвищення ефективності HR-процесів, особливо в контексті адаптації нових співробітників. Ці цифрові рішення не лише пришвидшують процес адаптації, але й прямо впливають на підвищення продуктивності та мотивації персоналу, а також вдосконалюють якість освітніх програм завдяки персоналізації. Новітні HR-системи гарантують постійний фідбек та сприяють індивідуальному розвитку, допомагаючи співробітникам краще адаптуватися до нових реалій. Чи не найважливішою перевагою інноваційних HR-технологій є їхня спроможність збирати й аналізувати значні обсяги

інформації про діяльність працівників; це надає HR-службам вагомі підстави для прийняття рішень, що відповідають стратегічним пріоритетам та мають високий рівень обґрунтованості.

Цифрова трансформація HR-процесів водночас приносить певні виклики, зокрема необхідність адаптувати організаційну культуру до нових технологій, забезпечити підтримку працівників у період змін і навчити їх новим цифровим навичкам. З огляду на це, для досягнення максимальної ефективності, компаніям необхідно формувати власні стратегії інтеграції технологій, які враховують особливості їхнього функціонування, внутрішню структуру та потреби персоналу. Отже, інноваційні цифрові інструменти перетворюються на ключовий елемент модерного управління кадровим потенціалом, забезпечуючи створення гнучких та ефективних механізмів адаптації у діджитал-середовищі.

Список використаних джерел

1. Волянська-Савчук Л., Клімас В. HR технології: вплив на ефективність управління персоналом у сучасному бізнес-середовищі. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2025. 338 (1). С. 133–139.
2. Данилевич Н., Рудакова С., Щетініна Л. Касяненко Я. Діджіталізація HR-процесів у сучасних реаліях. *Галицький економічний вісник*. 2020. № 3 (64). С. 147–156.
3. Чернікова Н. М., Вороніна В. Л., Чеботарьов К. Г. Інноваційні підходи в управлінні HR-процесами на вітчизняних підприємствах. *Трансформаційна економіка*. 2023. № 3 (03). С. 70–75.
4. Короленко О. Б., Кутова Н. Г. HR-Менеджмент підприємства: виклики та реалії сьогодення. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 53.
5. Касьмін Д., Котельникова Ю. Інноваційні hr-технології: адаптація персоналу до цифрового середовища. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2024. № 4 (13). С. 141–147.
6. Надточій І. І. Економічні передумови, тенденції розвитку та особливості впровадження HR технології крізь призму цифрових

трансформацій. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 1. С. 261–265.

7. Ведерніков М. Д., Волянська-Савчук Л. В., Клімас В. А., Конопко А. Ю. Розвиток сучасних HR-технологій як ключового елементу у системі управління персоналом. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки*. 2020. 56. С. 132–140.

8. Vedernikov M., Zelena M., Volianska-Savchuk L., Boiko J., Koshonko O., Baksalova O. Recruitment Based on Social and Economic Factors for the Formation of Effective Personnel Management. 2022.

9. Сочинська-Сибірцева І. М., Сторожук О. В., Доренська А. О. Новітні технології управління персоналом : навч. посіб. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 278 с.

10. Цегельник Н. І., Гладков Д. А. Big Data та штучний інтелект в обліку інвестицій: вплив на економічну безпеку підприємств. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. 9.

11. Легомінова С. В. Інструментарій оцінки інтелектуального капіталу підприємств як ключового імперативу їх конкурентних переваг. *Зб. наук. праць Мукачевського державного університету. Серія «Економіка та суспільство»*. Видавництво МДУ, 2017. Вип. 11. С. 270–276.

ДАШКО Ірина Миколаївна,
д.е.н., професор, професор кафедри
управління персоналом і маркетингу,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5784-4237>

1.2. ТРАНСФОРМАЦІЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: ВИКЛИКИ, МОЖЛИВОСТІ ТА СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ

Вступ. Цифровізація стала одним із головних чинників трансформаційних процесів у сучасному суспільстві та економіці. Вона проникає в усі сфери діяльності – від побуту до державного управління, і насамперед впливає на ринок праці, змінюючи вимоги до компетентностей працівників. У відповідь на ці виклики виникає нагальна потреба у переосмисленні підходів до розвитку, збереження та трансформації кадрового потенціалу.

Метою дослідження є всебічне вивчення процесів трансформації кадрового потенціалу в умовах цифровізації, визначення основних викликів та можливостей, що виникають у зв'язку з впровадженням цифрових технологій, а також формування стратегічних орієнтирів для ефективного розвитку людського капіталу в контексті цифрової економіки.

Виклад основних результатів дослідження. У цифровій економіці ключовими стають не лише технічні вміння, але й здатність до адаптації, критичного мислення, комунікації в цифровому середовищі. Традиційні моделі підготовки кадрів більше не відповідають динаміці змін, тому необхідна нова парадигма управління людськими ресурсами, орієнтована на безперервне навчання, багатовекторний розвиток та використання аналітики даних.

Ця проблематика привертає увагу як міжнародної, так і української наукової спільноти. Вітчизняні дослідники приділяють

велику увагу як теоретичному осмисленню цифрових трансформацій, так і практичним аспектам модернізації кадрового потенціалу:

Міщенко В. І. досліджує підвищення стійкості кадрового потенціалу підприємств в умовах цифровізації, зосереджуючи увагу на ролі освіти та HR-стратегій в умовах змін [1].

В'юник О. В. визначає ключові напрями розвитку кадрового потенціалу, що відповідають викликам цифрової економіки [2].

Кудактін С. В. та Назаренко С. М. аналізують роль ефективного управління розвитком персоналу в контексті економічної безпеки суб'єктів господарювання [3].

Мельничук В. Е. і Бояринова К. О. роблять акцент на важливості цифрової освіти для забезпечення сталого розвитку людського капіталу [4].

Кучинський В. А. та Таболіна Д. А. розробляють методичні підходи до формування компетентнісної моделі персоналу в умовах цифровізації [5].

Польовий П. В. у своїй дисертації обґрунтовує концептуальні засади розвитку цифрових компетентностей кадрів органів публічної влади, підкреслюючи їхню критичну роль у реформуванні державного управління [6].

Узагальнення наукових підходів до проблеми трансформації кадрового потенціалу дозволяє виокремити *низку стратегічних орієнтирів, що формують основу розвитку людського капіталу в цифрову епоху* [7]:

1) інтеграція цифрових технологій у процеси управління персоналом – впровадження сучасних інформаційних систем дає змогу підвищити ефективність кадрового планування, моніторингу результатів і розвитку працівників. Це, своєю чергою, підвищує конкурентоспроможність організацій в умовах цифрової економіки [1];

2) розвиток цифрових компетентностей працівників – в умовах швидких технологічних змін критично важливо розвивати навички працівників у сфері цифрових технологій, аналітики

даних та гнучких комунікацій, що сприяє їхній мобільності, продуктивності та стійкості до змін [2];

3) застосування інноваційних HR-технологій – інструменти штучного інтелекту та машинного навчання стають основою ефективного рекрутингу, навчання та управління талантами в умовах динамічних змін [3];

4) безперервне професійне навчання – організації повинні забезпечити працівникам можливості постійного оновлення знань і навичок через онлайн-освіту, корпоративні тренінги, цифрові освітні платформи [4];

5) розробка регіональних стратегій людського капіталу – особливої ваги набуває формування кадрового потенціалу на регіональному рівні – для цільової відбудови країни, підвищення економічної активності та інвестиційної привабливості територій [5].

Проаналізувавши статистичні дані щодо трансформації кадрового потенціалу в умовах цифровізації в Україні за 2020–2024 рр. видно, що відбувається поступове зростання рівня цифрової грамотності серед українців, що свідчить про ефективність програм цифрової освіти (табл. 1).

Таблиця 1

**Динаміка володіння цифровими навичками
серед дорослого населення України за 2020–2024 рр.**

№ з/п	Рік	Частка населення з базовими та просунутими цифровими навичками (%)
1	2020	47,4
2	2021	52,0
3	2022	55,8
4	2023	58,5
5	2024	60,0

Джерело: сформовано автором на основі [6]

У табл. 2 представлено зростання кількості ІТ-фахівців України, що є показником зростаючого попиту на цифрові компетенції на ринку праці.

Таблиця 2

Зростання кількості ІТ-фахівців в Україні за 2020–2022 рр.

№ з/п	Рік	Кількість ІТ-фахівців, тис. осіб
1	2020	245
2	2021	285
3	2022	325
4	2023	360
5	2024	395

Джерело: сформовано автором на основі [8]

Аналізуючи табл. 2 можна зробити наступні висновки, зокрема: кількість ІТ-фахівців зростає щороку на 35–40 тис. осіб.; з 2020 по 2024 рр. ІТ-галузь зросла орієнтовно на 150 тис. осіб, що становить понад 60 % приросту, а такий тренд свідчить про високий попит на ІТ-професії в Україні, незважаючи на виклики останніх років і якщо тенденція збережеться, то у 2025 р. можна очікувати понад 430 тис. фахівців у цій галузі.

Розглянемо рівень цифрової трансформації в регіонах України за 2022–2024 рр. (табл. 3).

Таблиця 3

**Рівень цифрової трансформації в регіонах України
за 2022–2024 рр.**

№ з/п	Область	Індекс цифрової трансформації		
		Рік		
		2022	2023	2024
1	Львівська	0,810	0,830	0,850
2	Дніпропетровська	0,812	0,828	0,844
3	Одеська	0,765	0,785	0,805
4	Середній по Україні	0,462	0,480	0,497

Джерело: сформовано автором на основі [9]

Дані табл. 3 свідчать про позитивну динаміку цифрової трансформації у провідних регіонах країни, що є результатом активної цифрової політики на місцях.

Проаналізуємо яка кількість українців залучені до програм цифрової освіти за 2020–2024 рр. (табл. 4).

Таблиця 4

**Участь українців у програмах цифрової освіти
за 2020–2024 рр.**

№ з/п	Рік	Кількість осіб, залучених до програм цифрової освіти, млн
1	2020	1,0
2	2021	2,5
3	2022	4,0
4	2023	5,5
5	2024	6,0

Джерело: сформовано автором на основі [9]

Дані табл. 4 ілюструють успіх національних ініціатив з розвитку цифрової грамотності серед населення України, тому як відбувається значне зростання цифрової освіти серед українців.

Проаналізуємо використання цифрових технологій у бізнесі за 2022–2024 рр. (табл. 5).

Таблиця 5

Використання цифрових технологій у бізнесі за 2024 р.

№ з/п	Перелік	%
1	Виробничі та сервісні компанії впроваджують технології на базі штучного інтелекту та машинного навчання	91
2	Компанії вважають оптимізацію витрат через аналітичні рішення основним тригером цифрової трансформації	88
3	Компанії відзначають нестачу кваліфікованих ІТ-спеціалістів як головний бар'єр для цифровізації	49

Джерело: сформовано автором на основі [10]

Дані табл. 5 свідчать про те, що у період з 2022 по 2024 рр. український бізнес демонстрував стійке зростання у впровадженні цифрових технологій. У 2022 р. понад 80 % компаній у сфері послуг почали впроваджувати цифрові рішення, у 2023 р. цей показник сягнув 90 %, а у 2024 – 97 %. Виробничий сектор дещо відставав, однак вже у 2024 р. 91 % підприємств використовували ШІ, аналітику даних та автоматизацію. Основними бар'єрами залишалися дефіцит ІТ-кадрів (відзначено 49 % компаній у 2024 р.) та висока вартість впровадження новітніх технологій.

Розглянемо трансформацію кадрового потенціалу в умовах цифровізації в Європі за 2020–2024 рр. (табл. 6).

Табл. 6 демонструє поступове зростання частки населення ЄС, що володіє базовими цифровими навичками – з 54 % у 2020 р. до 57,1 % у 2024 р. – це вказує на необхідність подальших освітніх ініціатив для досягнення цілі у 80 % до 2030 р.

Таблиця 6

**Ключові показники цифрової трансформації в Європі
за 2020–2024 рр.**

№ з/п	Показник	Рік				
		2020	2021	2022	2023	2024
1	Частка населення з базовими цифровими навичками, %	54 %	54,5 %	55,6 %	56,3 %	57,1 %
2	Частка жінок серед ІТ-спеціалістів, %	19,5 %	19,6 %	19,8 %	20,0 %	20,2 %
3	Прогнозована нестача ІТ-спеціалістів, млн осіб	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
4	Частка дорослих у програмах безперервного навчання, %	10,2 %	10,5 %	11,0 %	11,3 %	11,7 %
5	Інвестиції в цифрову освіту з бюджету ЄС, млрд євро	1,2	1,6	2,1	2,7	3,4

Джерело: сформовано автором на основі [11–16]

Також можна сказати, що за 2022 р. лише 55,6 % дорослого населення ЄС володіє базовими цифровими навичками, що значно

нижче цілі в 80 % до 2030 року, а участь дорослих у програмах безперервного навчання залишається низькою, що вимагає додаткових зусиль для досягнення цілей ЄС щодо підвищення кваліфікації населення. Необхідно також зазначити, що ЄС інвестує значні кошти у розвиток цифрових навичок через програми, такі як Digital Europe Programme та Erasmus+, спрямовані на підвищення кваліфікації громадян.

Аналізуючи IT-спеціалістів, можна сказати, що Європа може зіткнутися з їх нестачею до 8 млн до 2030 р., що ускладнює цифрову трансформацію бізнесу, жінки складають лише 20 % IT-спеціалістів у ЄС, що вказує на необхідність сприяння гендерній рівності в технологічному секторі.

Зробивши порівняльний аналіз використання кадрового потенціалу на підприємствах України та Європи, можна сказати про кілька ключових аспектів:

- стратегії управління персоналом (табл. 7);
- рівень кваліфікації працівників (табл. 8);
- вплив економічних і соціальних факторів на ефективність використання кадрових ресурсів (табл. 9);

Таблиця 7

Стратегії управління персоналом на підприємствах України та Європи

Україна:	Європа:
На українських підприємствах стратегія управління персоналом часто орієнтована на вирішення короткострокових завдань, таких як зниження витрат або оптимізація чисельності працівників. Управлінці підприємств можуть надавати перевагу менш формальним підходам до розвитку персоналу через обмежені фінансові ресурси для навчання та мотивації.	У європейських країнах стратегія управління персоналом зазвичай є більш довгостроковою та інтегрованою в загальну стратегію розвитку підприємства. Європейські компанії часто інвестують у професійний розвиток своїх співробітників, проводять регулярне навчання, розробляють системи наставництва та кар'єрного зростання. Також значну увагу приділяють диверсифікації та інклюзивності на робочих місцях.

Джерело: сформовано автором на основі [17; 18]

Таблиця 8

**Рівень кваліфікації та професіоналізм працівників
на підприємствах України та Європи**

Україна:	Європа:
Український кадровий потенціал демонструє високий рівень кваліфікації в багатьох технічних сферах, таких як інженерія, ІТ та науки. Проте, в окремих галузях спостерігається дефіцит кваліфікованих кадрів через еміграцію та низькі рівні заробітної плати, що призводить до «витоку мізків». Крім того, на ринку праці інколи спостерігається надлишок робітників з низьким рівнем кваліфікації.	Європейські країни мають добре розвинену систему професійної освіти та постійного навчання. Багато європейських країн, зокрема Німеччина, Швейцарія, та Скандинавія, активно впроваджують дуальне навчання (поєднання теорії та практики), що забезпечує високу кваліфікацію робітників. Також європейські підприємства мають доступ до великої кількості кваліфікованих кадрів завдяки добре розвиненій системі мобільності працівників у межах ЄС.

Джерело: сформовано автором на основі [19]

Таблиця 9

**Порівняльний аналіз економічних та соціальних факторів
на підприємствах України та Європи**

Україна:	Європа:
Українські підприємства часто зіштовхуються з економічними труднощами, такими як інфляція, нестабільність валюти, високі податки та інші фактори, що впливають на ефективність використання кадрового потенціалу. Крім того, відсутність достатнього фінансування для професійного розвитку та мотивації співробітників призводить до того, що багато підприємств використовують свої кадри на мінімальному рівні ефективності.	Європейські підприємства отримують більше стабільності завдяки сильним економікам і розвитку інфраструктури. Соціальні програми, такі як медичне страхування, оплачувані відпустки, програми для поєднання роботи та сімейного життя, сприяють високому рівню задоволеності працівників. Крім того, економічна стабільність та інноваційні стратегії на підприємствах дозволяють ефективніше використовувати кадровий потенціал.

Джерело: сформовано автором на основі [20]

- відмінності в організаційних структурах і методах мотивації (табл. 10);
- інновація та цифровізація (табл. 11).

Таблиця 10

**Мотивація та винагорода на підприємствах
України та Європи**

Україна:	Європа:
Мотивація працівників на українських підприємствах часто обмежується матеріальними стимулами, такими як премії, бонуси та інші фінансові винагороди. Однак відсутність добре налагоджених систем розвитку кар'єри та оцінки ефективності працівників призводить до зниження рівня мотивації у багатьох випадках.	В Європі підприємства зазвичай розвивають комплексні системи мотивації, що включають не тільки фінансові, а й нефінансові стимули (програми визнання, можливості для професійного розвитку, гнучкі умови роботи). Крім того, важливим аспектом є соціальна відповідальність бізнесу та корпоративна культура, що активно підтримується.

Джерело: сформовано автором на основі [21]

Таблиця 11

**Інновації та цифровізація на підприємствах
України та Європи**

Україна:	Європа:
В Україні цифровізація підприємств знаходиться на етапі розвитку. Багато компаній ще не впровадили ефективні технології для оптимізації роботи з кадрами, такі як автоматизація процесів найму, обробки даних про працівників і управління їхнім розвитком.	Європейські підприємства активно використовують інноваційні технології для управління персоналом. Це включає використання програмного забезпечення для автоматизації HR-процесів, аналізу продуктивності працівників, а також розвитку корпоративних платформ для навчання і розвитку співробітників.

Джерело: сформовано автором на основі [22; 23]

Узагальнюючі дані табл. 7–11 можна сказати, що Україна стикається з проблемами економічної нестабільності, низькими зарплатами та дефіцитом кваліфікованих кадрів через еміграцію. Однак є можливості для вдосконалення через розвиток систем мотивації, навчання та впровадження новітніх технологій, а Європа має більш розвинуті стратегії управління персоналом, більш високий рівень кваліфікації кадрів і краще економічне середовище для ефективного використання кадрового потенціалу. Європейські підприємства використовують інновації для управління персоналом і розвитку кар'єрного зростання працівників. Тому для України важливо сприяти розвитку освіти, мотивації працівників і цифрових технологій у сфері управління персоналом для досягнення більшої ефективності у використанні кадрових ресурсів.

Основні виклики цифровізації для кадрового потенціалу наступні:

- Дефіцит цифрових компетенцій.

Більшість працівників не мають достатнього рівня навичок у сфері ІТ, аналітики даних, кібербезпеки та роботи з цифровими платформами.

- Ризик цифрового відчуження.

Старші покоління працівників часто відчують бар'єри у взаємодії з новими технологіями, що може призвести до зниження їхньої ефективності або навіть до вимушеного виходу з ринку праці.

- Зміна ролей і професій.

Автоматизація та ШІ змінюють структуру робочих місць, знижують традиційні професії, натомість з'являються нові, для яких бракує підготовлених кадрів.

- Необхідність безперервного навчання.

Постійні зміни вимагають гнучких систем навчання та підвищення кваліфікації, що створює навантаження на ресурси організацій.

- Можливості, які відкриває цифровізація.

Інтелектуалізація праці. Цифрові інструменти дозволяють автоматизувати рутинні завдання і зосередитися на творчих, аналітичних та управлінських функціях.

- Гнучкі форми зайнятості.

Віртуальні команди, віддалена робота, фріланс – усе це розширює можливості працівників і дає змогу організаціям залучати глобальний талант.

- Аналіз даних про персонал.

HR-аналітика дає змогу ухвалювати обґрунтовані рішення щодо підбору, навчання та мотивації персоналу.

- Персоналізоване навчання.

Сучасні платформи дозволяють адаптувати освітні програми під індивідуальні потреби та кар'єрні траєкторії працівників.

До основних викликів цифровізації для кадрового потенціалу можна віднести:

1. Дефіцит цифрових компетенцій.

Більшість працівників не мають достатнього рівня навичок у сфері ІТ, аналітики даних, кібербезпеки та роботи з цифровими платформами. Це обмежує їхню здатність ефективно працювати в умовах цифрової трансформації. Причинами цього є недостатня інтеграція цифрових технологій в освітній процес та обмежені можливості для підвищення кваліфікації. Дослідження підкреслюють необхідність оновлення освітніх програм та впровадження систем безперервного навчання для розвитку цифрових компетенцій.

2. Ризик цифрового відчуження.

Старші покоління працівників часто відчують бар'єри у взаємодії з новими технологіями, що може призвести до зниження їхньої ефективності або навіть до вимушеного виходу з ринку праці. Це зумовлено швидкими темпами впровадження нових технологій та недостатньою підтримкою у процесі адаптації. Для подолання цього виклику необхідно розробляти програми цифрової інклюзії та навчання, спрямовані на підтримку працівників старшого віку.

3. Зміна ролей і професій.

Автоматизація та впровадження штучного інтелекту змінюють структуру робочих місць: зникають традиційні професії, натомість з'являються нові, для яких бракує підготовлених кадрів. Це вимагає гнучкості в системах освіти та професійної підготовки, а також активного впровадження програм перекваліфікації.

4. Необхідність безперервного навчання.

Постійні зміни вимагають гнучких систем навчання та підвищення кваліфікації, що створює навантаження на ресурси організацій. Впровадження систем безперервного навчання та розвитку є ключовим для підтримки конкурентоспроможності працівників і підприємств в умовах цифрової трансформації.

Можливості, які відкриває цифровізація:

1. Інтелектуалізація праці.

Цифрові інструменти дозволяють автоматизувати рутинні завдання і зосередитися на творчих, аналітичних та управлінських функціях. Це підвищує ефективність праці та сприяє розвитку інноваційного потенціалу працівників.

2. Гнучкі форми зайнятості.

Віртуальні команди, віддалена робота, фріланс – усе це розширює можливості працівників і дає змогу організаціям залучати глобальний талант. Цифрові технології забезпечують інструменти для ефективної комунікації та управління розподіленими командами.

3. Аналіз даних про персонал.

HR-аналітика дає змогу ухвалювати обґрунтовані рішення щодо підбору, навчання та мотивації персоналу. Використання аналітичних інструментів дозволяє виявляти потреби в навчанні, прогнозувати плинність кадрів та оцінювати ефективність управлінських рішень.

4. Персоналізоване навчання.

Сучасні платформи дозволяють адаптувати освітні програми під індивідуальні потреби та кар'єрні траєкторії працівників.

Це сприяє підвищенню мотивації до навчання та забезпечує більш ефективне засвоєння знань.

Висновки. Таким чином, цифрова епоха формує нову парадигму розвитку кадрового потенціалу, де гнучкість, безперервне навчання та стратегічне управління знаннями стають ключовими факторами успіху. Для організацій це шанс не лише оптимізувати ресурси, а й зміцнити свою конкурентоспроможність через інвестиції у людський капітал.

Трансформація кадрового потенціалу в умовах цифровізації є необхідною умовою для досягнення конкурентоспроможності підприємств. Цифрові технології змінюють не лише бізнес-процеси, але й вимоги до кваліфікації та компетенцій працівників. Сучасні підприємства повинні адаптувати свої стратегії управління персоналом до нових реалій, щоб ефективно використовувати цифрові інструменти і технології.

Основними викликами трансформації кадрового потенціалу є необхідність оновлення знань і навичок працівників, адаптація організаційної культури до цифрових змін та подолання бар'єрів у впровадженні технологій на всіх рівнях управління персоналом. Підприємства стикаються з проблемою нестачі кваліфікованих кадрів, здатних ефективно працювати з новітніми технологіями, а також з необхідністю змінювати традиційні підходи до навчання і розвитку працівників. Стратегії трансформації кадрового потенціалу повинні базуватись на поєднанні технологічних інновацій і людського фактору – це передбачає активне впровадження програм професійного розвитку, підтримку гнучких форм роботи, а також інтеграцію цифрових навичок у всі аспекти управління персоналом. Підприємства повинні орієнтуватися на створення гнучких і динамічних команд, здатних швидко адаптуватися до змін, а успішна трансформація кадрового потенціалу в умовах цифровізації залежить від здатності керівників підприємств вчасно і ефективно реагувати на нові виклики та можливості. Для цього необхідно формувати стратегії, що поєднують інноваційний підхід до управління людьми і технологіями, а також створювати

організаційну культуру, орієнтовану на безперервне навчання та адаптацію до швидко змінюваного цифрового середовища.

Перспективи подальшої трансформації кадрового потенціалу в умовах цифровізації полягають у розвитку інноваційних технологій для HR-менеджменту, зокрема в області автоматизації, аналізу даних і інтеграції нових форматів навчання. У майбутньому, за умов успішної реалізації таких стратегій, підприємства можуть досягнути значних переваг у сфері продуктивності, ефективності управління та інноваційного розвитку.

Загалом, трансформація кадрового потенціалу в умовах цифровізації є ключовим фактором для підвищення ефективності організацій, і вимагає інтегрованого підходу, що поєднує технології та людські ресурси.

Отже, цифровізація відкриває нові можливості для покращення управління кадровим потенціалом, зокрема через автоматизацію процесів найму, оцінки ефективності працівників, управління кар'єрним зростанням та навчанням. Використання Big Data та штучного інтелекту в HR-системах дозволяє значно підвищити ефективність управління персоналом та прийняття стратегічних рішень.

Список використаних джерел

1. Зінченко О. А., Анісімова О. М., Прігунов О. В. Інформаційна система стратегічного розвитку і регулювання людського капіталу, економічної безпеки та конкурентоспроможності в умовах цифрової трансформації економіки. *Економіка і організація управління*. 2024. URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/15983> (дата звернення: 15.03.2025).
2. Мельничук В. Е., Бояринова К. О. Цифровізація розвитку людського капіталу. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2023. URL: <https://ev.fmm.kpi.ua/article/view/278414> (дата звернення: 15.03.2025).
3. Скороход І. П., Львова Н. В., Смаглій А. О. Взаємозв'язок інноваційних стратегій і збереження людського капіталу в Україні

в умовах відновлення економіки. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2025. URL: <https://econp.com.ua/index.php/journal/article/view/280> (дата звернення: 15.03.2025).

4. Захосова Н. Проблеми збереження та розвитку людського капіталу в умовах цифровізації: національний і регіональний контексти. *Економіка і регіон*. 2023. URL: <https://journals.nupp.edu.ua/eir/article/view/3212> (дата звернення: 15.03.2025).

5. Коржевський П. М. Стратегія формування людського капіталу для інвестиційної привабливості регіону та повоєнної відбудови України. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2024. URL: <https://visnyk.naps.gov.ua/index.php/journal/article/view/514> (дата звернення: 15.03.2025).

6. Інновації в управлінні людськими ресурсами в публічному секторі України. URL: <https://surl.li/bzeicx> (дата звернення: 16.03.2025).

7. Дашко І. М. Кадровий потенціал: сутність та фактори його розвитку. *Економіка та держава*. 2017. № 1. С. 65–68. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2017_1_16 (дата звернення: 16.03.2025).

8. Україна 2022. Як не втратити свій шанс стати сильною державою. URL: <https://surl.li/kffurg> (дата звернення: 16.03.2025).

9. Майже 60 % українців володіють базовими та просунутими цифровими навичками: результати дослідження Мінцифри. URL: <https://surl.lu/eoxddr> (дата звернення: 16.03.2025).

10. Чемпіони диджиталізації 2024. Дослідження цифрових практик українських компаній від KPMG в Україні, яке лягло в основу списку за індексом диджиталізації від Forbes Ukraine. URL: https://kpmg.com/ua/uk/home/insights/2025/01/chempiony-didzhytalizatsiyi-2024.html?utm_source (дата звернення: 16.03.2025).

11. EU strives to boost digital skills as new study highlights key gaps. URL: https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/latest/news/eu-strives-boost-digital-skills-new-study-highlights-key-gaps?utm_source (дата звернення: 16.03.2025).

12. The war for top-tier digital talent: winning the retention battle with engaging eLearning. URL: <https://surl.li/wgbfju> (дата звернення: 16.03.2025).

13. Digital skills initiatives. URL: <https://surl.li/shofhs> (дата звернення: 16.03.2025).

14. The war for top-tier digital talent: winning the retention battle with engaging eLearning. URL: <https://surl.li/xgiizs> (дата звернення: 16.03.2025).

15. Cedefop newsletter. May, 2024. URL: https://www.cedefop.europa.eu/en/newsletters/cedefop-newsletter-no-140-may-2024?utm_source (дата звернення: 16.03.2025).

16. EU strives to boost digital skills as new study highlights key gaps. URL: https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/latest/news/eu-strives-boost-digital-skills-new-study-highlights-key-gaps?utm_source (дата звернення: 16.03.2025).

17. Мельник А. В. Управління персоналом: теорія та практика. Київ : Видавничий дім «КОНТРАКТ», 2020. 352 с.

18. Малтиз В. В., Дашко І. М., Колобердянко І. В. Управління персоналом на засадах інноваційних підходів *Фінансові стратегії інноваційного розвитку економіки*. 2024. № 3 (63) С. 100–103. URL: <https://journalsofznu.zp.ua/index.php/economics/issue/view/210> (дата звернення: 17.03.2025).

19. Михайлова І. І. Система професійної освіти в Європейському Союзі: порівняльний аналіз. Харків : Видавничий центр «Основа», 2018. 285 с.

20. Кузьмін В. В. Економіка праці та соціальний розвиток підприємства. Одеса : Південна академія, 2019. 298 с.

21. Барташевич Ю. І. Мотивація працівників у системі корпоративного управління. Київ : Видавничий центр «Кий», 2022. 311 с.

22. Гавриленко О. О. Цифрові технології в управлінні персоналом: досвід Європи. Львів : Літературна агенція «Мрія», 2019. 236 с.

23. Дашко І. М. Розвиток інноваційних технологій управління персоналом на підприємствах у сучасних умовах господарювання. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*, 2016. Вип. 9. С. 37–41. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvumevcg_2016_9_10 (дата звернення: 17.03.2025).

ОГРЕНИЧ Юлія Олександрівна,

д.е.н., професор, професор кафедри фінансів,
банківської справи, страхування та фондового ринку,
Запорізький національний університет,
м. Запоріжжя, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0294-1889>

1.3. МОНІТОРИНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ

Вступ. В умовах сьогодення змінність факторів ринкового середовища, процеси цифровізації, інноваційного розвитку, стан соціальної та економічної безпеки країни мають значний вплив на бізнес-середовище, яке повинно своєчасно реагувати на існуючі виклики, загрози, ризики та адаптуватися до них. Саме цифровізація стала вагомим інструментом адаптації до нових реалій, адже забезпечила можливість відновлення роботи, підвищення ефективності діяльності компаній, налагодження партнерських взаємовідносин у форматі онлайн, а також швидке впровадження нових форматів взаємодії. Відповідно, посилення ролі цифрових технологій змінило уявлення про ефективність бізнесу, відкривши нові можливості для автоматизації та оптимізації процесів. Поряд з цим, ефективність бізнесу має вагомий вплив на стан соціально-економічної безпеки країни через створення робочих місць, виплату заробітної плати, сплату податків до державного і місцевого бюджетів, формування конкурентних переваг на міжнародній арені, забезпечення соціальної підтримки працівників та сприяння розвитку економіки країни.

Серед науковців питання цифровізації економіки, використання інформаційних технологій, штучного інтелекту, здійснення автоматизації бізнес-процесів, впровадження систем моніторингу

розглядали науковці: Аксьонова І. В. [1]; Дернова І. А., Боровик Т. М. [5]; Носач Н. М. [10]; Носач Н. М., Єгіозар'ян А. Г. [11]; Перерва П. Г., Кобелєва Т. О. [13]; Соколов М. О., Каплун В. М. [11]; Ткаченко О., Рачков М. [15]; Ткаченко С., Огренич Ю., Кайрачка Н. [35]; Філіппова С. В., Малін О. Л. [17]; Череп А. В., Дашко І. М., Огренич Ю. О. [19; 20; 27]; Череп А., Воронкова В., Череп О., Огренич Ю., Дашко І., Котляров В. [28]; Шатілова О. В., Шишук Н. О. [21]; Erkes O., Kalyta O., Gordiienko T. [30].

Поряд з цим, задля забезпечення ефективності функціонування підприємств постає потреба у здійсненні моніторингу бізнес-процесів, тобто постійного спостереження, проведення аналізу та оцінки рівня виконання бізнес-процесів. Тому особливої актуальності набуває питання моніторингу бізнес-процесів з урахуванням їх цифровізації, що дозволить своєчасно виявляти проблеми, відхилення, здійснювати оцінку ефективності роботи, приймати обґрунтовані управлінські рішення, прогнозувати можливі ризики, а також забезпечити соціально-економічну безпеку підприємства через врахування інтересів працівників, суспільства, гарантію стабільності функціонування. В умовах глобальної нестабільності та змінності зовнішнього середовища здійснення цифрової трансформації є необхідною умовою для забезпечення стійкості бізнесу, формування конкурентних переваг. Отже, питання дослідження моніторингу бізнес-процесів як інструмента забезпечення соціально-економічної безпеки є актуальним.

Виклад основних результатів дослідження. На рівні держави процеси цифровізації, цифрової трансформації потребують системного підходу, адже чимало країн світу вже реалізували стратегії цифрової трансформації, вкладаючи кошти у цифрову інфраструктуру, освіту та кібербезпеку. Слід зауважити, що в Україні процес цифровізації активно розвивається та прикладом є платформа «Дія» [4], а також відбувається цифровізація адміністративних послуг та державних реєстрів. Поряд з цим, процеси цифровізації охопили суб'єктів господарювання, які активно впроваджують програмні продукти, ІІІ для підвищення ефективності

роботи. Відповідно дані процеси також дозволяють вдосконалити моніторинг бізнес-процесів на підприємствах через запровадження IT-систем (ERP, BI-платформи), здійснення аналізу даних у реальному часі (Big Data, IoT), візуалізацію процесів (дашборди, діаграми), автоматизацію контролю (роботизований моніторинг), що дозволяє своєчасно виявляти слабкі місця, поточні проблеми та приймати якісні рішення.

Результати функціонування бізнесу впливають на стан соціально-економічної безпеки країни, адже будь-яке підприємство забезпечує виплату заробітної плати та соціальних виплат, створення робочих місць, сплату податків, а також сприяє підтримці економіки країни. Крім того, підприємства впливають на інвестиційну активність, стабільну зайнятість, розвиток цифрової економіки.

Першочергово, слід проаналізувати існуючі теоретичні підходи до управління та моніторингу бізнес-процесів на підприємствах. Зокрема, успішне функціонування будь-якої організації визначається якістю управління її бізнес-процесами. При цьому, бізнес-процес є послідовністю взаємопов'язаних дій, метою яких є створення бажаного результату, продукту для зацікавлених сторін та його структура охоплює вхідні ресурси, набір операцій, вихідний продукт або послугу, набір інструментів контролю та зворотного зв'язку. Бізнес-процеси можна класифікувати за критеріями, такими як рівень ієрархії (основні, допоміжні, управлінські), ступінь структурованості (структуровані, частково структуровані, неструктуровані) та функціональна ознака (маркетинг, виробництво, фінанси). Слід відзначити, що розуміння концепції бізнес-процесу та його структури є вагомим кроком для подальшого управління та оптимізації.

За сучасних умов, є різні теоретичні моделі управління бізнес-процесами, серед яких найбільш поширеними є BPM (Business Process Management), Lean Six Sigma Basics [36]. BPM являє собою комплексний підхід до управління бізнес-процесами протягом життєвого циклу та включає моделювання, аналіз,

проектування, впровадження, моніторинг, оптимізацію. У свою чергу, Lean Six Sigma фокусується на максимізації цінності для клієнта шляхом усунення всіх видів втрат у процесах. Крім того, Lean Six Sigma є методологією спрямованою на зменшення відходів, зростання ефективності роботи через зменшення мінливості продуктів чи послуг, а також дозволяє забезпечити найкращі результати в управлінні бізнес-процесами.

Слід узагальнити, що моніторинг бізнес-процесів є важливою частиною ефективного управління, оскільки охоплює систематичне спостереження, відстеження та оцінку їхнього функціонування. При цьому, метою моніторингу є виявлення проблем, недоліків, здійснення оцінки ефективності та аналіз поточної ситуації, надання інформації для прийняття управлінських рішень щодо покращення процесів, що в комплексі забезпечує підвищення ефективності функціонування підприємства. Важливим інструментом в межах моніторингу бізнес-процесів є запровадження та використання комплексної системи моніторингу [1], яка дозволить здійснювати контроль за станом фінансового забезпечення (ефективність використання власного і позикового капіталу); результатами виробничо-господарської діяльності (обсяги виробництва та збуту продукції, обсяги незавершеного виробництва); технологічним забезпеченням (стан основних засобів, забезпеченість сучасним обладнанням); кадровим забезпеченням (рівень кваліфікації персоналу, плинність кадрів, стан продуктивності праці); інноваційним розвитком (впровадження цифрових технологій, програних продуктів, виробництво нової продукції); маркетинговою діяльністю (просування бізнесу онлайн, поточна ефективність маркетингових заходів); інвестиційною діяльністю (залучення інвестиційного капіталу, вкладання коштів) (рис. 1).

Також доцільно відзначити, що моніторинг діяльності підприємства має включати набір елементів (рис. 2), що дозволить комплексно підвищити його результативність та забезпечити розробку управлінських заходів в аспекті покращення операційної,

інвестиційної, інноваційної, фінансової, трудової, маркетингової діяльності.

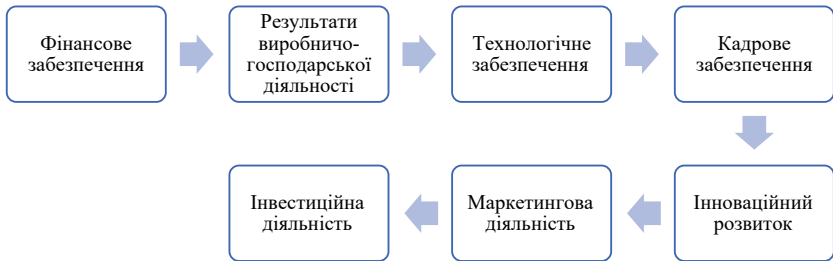


Рис. 1. Напрямки впливу системи моніторингу на діяльність підприємства

Джерело: складено на основі [1]

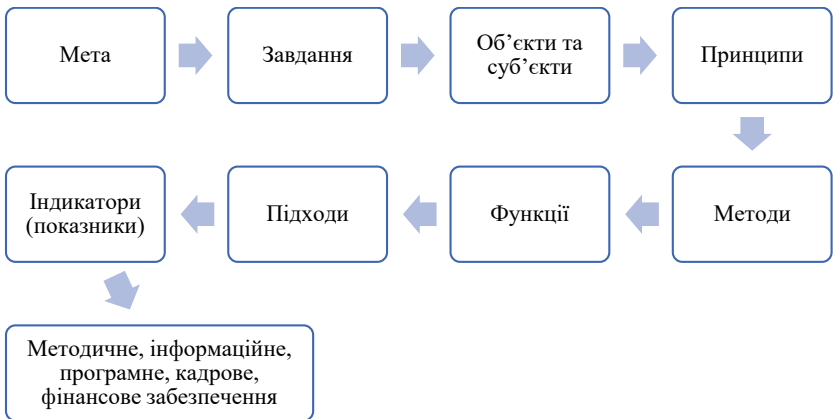


Рис. 2. Елементи системи моніторингу діяльності підприємства

Джерело: складено на основі [1]

Слід відзначити, що в процесі здійснення моніторингу діяльності підприємства важливим є вибір показників проведення оцінки ефективності, що дозволить прийняти якісні рішення. Також важливе значення в процесі здійснення моніторингу

відіграє використання сучасного програмного забезпечення, що відображає тісний взаємозв'язок цифровізації та моніторингу бізнес-процесів.

Крім того, цифровізація змінює бізнес-процеси, адже дозволяє їх автоматизувати, пришвидшити аналіз та обробку даних. Використання CRM-систем (наприклад, Salesforce, HubSpot) дозволяє компаніям автоматизувати процес взаємодії з клієнтами, налагодити комунікацію та персоналізацію послуг. ERP-системи (наприклад, SAP або Microsoft Dynamics) забезпечують інтеграцію всіх основних бізнес-процесів (фінанси, виробництво, постачання) в єдину платформу, що дозволяє здійснювати моніторинг у реальному часі, своєчасно реагувати на зміни в операціях [14; 18; 21].

Важливим є впровадження сучасних цифрових інструментів для моніторингу, таких як: BI-платформи (Power BI, Tableau) та інструментів для управління проєктами (Trello, Asana), які забезпечують точний збір, аналіз даних, що дозволяє оперативно виявляти відхилення, коригувати стратегії; HRM-системи (наприклад, програмні рішення Deel, Arcorq, Paychex Flex, Greenhouse) дозволяють здійснити управління людськими ресурсами [14; 18; 21]. Слід зауважити, що Power BI може автоматично візуалізувати фінансові показники підприємства та інструменти для управління проєктами дозволяють відстежувати хід виконання завдань і ресурсів. Основними перевагами цифрових інструментів є швидкість, точність та можливість адаптації до змін зовнішнього середовища. Поряд з цим, існують ризики щодо витоку даних, проблеми інтеграції нових технологій, пошуку кваліфікованих IT-фахівців для підтримки та оновлення систем.

Поряд із цифровізацією, значний вплив на економіку та бізнес-середовище мають глобальні виклики. Кожна країна зіштовхнулася із низкою глобальних викликів, які кардинально вплинули на економічні процеси та операційну діяльність підприємств. Особливе місце серед викликів займає пандемія COVID-19, що спричинила швидкі зміни у глобальній

економіці. Поряд із пандемією також слід відзначити геополітичну нестабільність, енергетичні кризи, кліматичні зміни, які вплинули на формування економіки. Означені виклики доцільно враховувати під час розробки стратегій адаптації та розвитку, зокрема через інструменти цифровізації та моніторингу бізнес-процесів.

Геополітична нестабільність проявляється у міжнародних конфліктах та торговельних війнах, що створює загрози для бізнесу та інвесторів, порушує існуючі торговельні зв'язки, може призводити до зростання цін на стратегічні ресурси. Щодо кліматичних змін, то вони проявляються у екстремальних погодних явищах, завдають значних економічних збитків через руйнування інфраструктури та призводять до зниження продуктивності сільськогосподарства. Енергетичні кризи пов'язані з нестабільністю на ринках енергоносіїв та вичерпанням традиційних ресурсів, змушують країни та бізнеси шукати альтернативні джерела енергії та підвищувати енергоефективність. Розглянуті глобальні виклики впливають на економіку, призводять до значних змін у поведінці споживачів та моделях ведення бізнесу. Споживачі стають більш вимогливими до безпеки, екологічності та соціальної відповідальності компаній, які змушені адаптуватися до нових реалій, впроваджуючи сучасні цифрові технології, вдосконалювати системи поставок та підвищуючи стійкість до зовнішніх викликів.

Існування глобальних викликів, процеси цифрової трансформації обумовлюють необхідність трансформації бізнес-процесів на підприємствах. Зокрема, обмеження на пересування, запровадження карантинних заходів та різкі зміни у споживчій поведінці змусили компанії змінити існуючі підходи до роботи, ланцюгів поставок, маркетингу та забезпечення безпеки даних. Крім того, існуючі виклики дозволили виявити вразливість традиційних бізнес-моделей та з'ясувати необхідність гнучкості, адаптивності та активного впровадження цифрових технологій для забезпечення стійкості та подальшого розвитку. В умовах сьогодення

підприємства активно використовують платформи для відео-конференцій (Zoom, Microsoft Teams), інструменти для спільної роботи над документами (Google Workspace) та системи управління проєктами (Trello, Asana). Проте, будь-які переходи супроводжуються викликами, включаючи загрозу кібербезпеки, необхідність підтримки корпоративної культури на відстані. Компанії підвищили обсяг інвестицій в цифрову інфраструктуру та мають гнучкі політики віддаленої роботи.

Крім того, в умовах цифровізації компанії переглядали свої стратегії ланцюгів поставок, прагнучи до більшої диверсифікації постачальників та регіоналізації виробництва. На підприємствах активно впроваджуються цифрові технології для відстеження вантажів у реальному часі, оптимізації маршрутів та прогнозування попиту. Компанії, що займаються електронною комерцією, інвестують значні кошти у розширення логістичних мереж та впровадження автоматизованих складських систем для задоволення зростаючого онлайн-попиту.

Посилюються вимоги до кібербезпеки та захисту даних, адже зі зростанням кількості віддалених працівників та збільшенням обсягу онлайн-транзакцій, компанії зіткнулися з підвищеними ризиками кібератак та витоків даних. Компанії змушені інвестувати в посилення своїх систем кібербезпеки, впроваджувати багаторівневу аутентифікацію, використовувати VPN для захисту віддалених підключень та проводити навчання співробітників з питань кібергігієни. Крім того, уряди багатьох країн посилили вимоги до кібербезпеки в секторі охорони здоров'я. Дотримання законодавчих вимог щодо захисту персональних даних, таких як GDPR, стало ще більш критичним в умовах зростання онлайн-активності. Таким чином, ефективність роботи підприємств в значній мірі залежить від здатності оперативно впроваджувати цифрові технології та проявляти гнучкість у своїх бізнес-моделях.

Щодо поточного стану цифровізації бізнес-процесів в Україні, то спостерігається змінна динаміка, адже поряд з окремими

лідерами цифрової трансформації співіснують значна кількість підприємств, які перебувають на початкових етапах процесу цифровізації. Крім того, рівень впровадження цифрових технологій суттєво відрізняється залежно від галузі економіки, розміру компанії та її стратегічного бачення.

Одним з найбільш розвинених у напрямку цифровізації в Україні є сектор інформаційних технологій (IT). Значна частка IT-компаній активно використовують хмарні платформи (Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure) для зберігання даних та розгортання сервісів. Для управління проектами широко застосовуються інструменти Jira та Confluence [23; 29]. Автоматизація процесів розробки та тестування здійснюється за допомогою систем безперервної інтеграції та доставки (CI/CD), таких як Jenkins та GitLab CI [26; 31]. Компанії також активно використовують цифрові маркетингові інструменти, включаючи Google Analytics та платформи соціальних мереж для залучення клієнтів [34].

Спостерігається значний прогрес у фінансовому секторі в напрямку цифровізації сервісів для клієнтів та внутрішніх процесів. Провідні банки, такі як ПриватБанк та monobank, пропонують розгалужені мобільні додатки для здійснення платежів, управління рахунками та отримання різноманітних фінансових послуг онлайн. Зокрема, впроваджуються системи електронного документообігу для оптимізації внутрішніх процесів. Деякі банки починають використовувати технології штучного інтелекту для аналізу кредитних ризиків та персоналізації пропозицій для клієнтів (наприклад, ПриватБанк використовує ШІ для персоналізації пропозицій клієнтам, monobank використовує ШІ для автоматизації клієнтської підтримки шляхом застосування чат-ботів) [3; 6; 8].

За сектором роздрібної торгівлі та електронної комерції спостерігається активний розвиток цифрових каналів. Лідерами ринку є Rozetka та Allo, які не лише мають потужні онлайн-платформи для продажів, але й активно використовують CRM-системи

(наприклад, KeyCRM, Uspacy, Perfectum CRM, KeepinCRM, RemOnline, SalesDrive, HugeProfit CRM) для управління відносинами з клієнтами, автоматизації маркетингових кампаній та аналізу купівельної поведінки, автоматизації бізнес-процесів, управління фінансами (рис. 3). Впроваджуються системи автоматизованого управління складом та логістикою з метою оптимізації операційних процесів.

У промисловому секторі рівень цифровізації є більш фрагментованим. Великі підприємства, особливо з іноземними інвестиціями, поступово впроваджують елементи Індустрії 4.0. Наприклад, металургійний комбінат Метінвест використовує системи автоматизованого управління виробництвом та сенсорні технології для моніторингу обладнання, а також “Metinvest Digital входить до першої п’ятірки сервісних ІТ-компаній України» [33]. Поряд з цим, значна частина малих та середніх підприємств використовує застарілі технології та повільно впроваджує цифрові інструменти через брак фінансування.

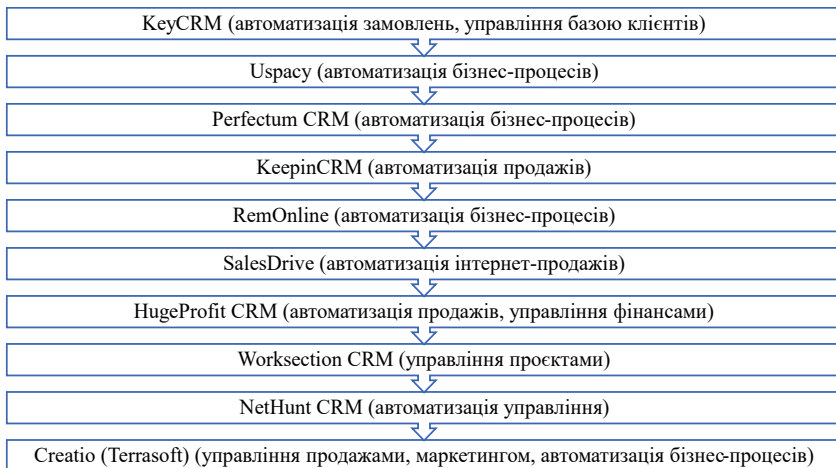


Рис. 3. Перелік поширених CRM-систем для бізнесу

Джерело: складено авторами на основі [16]

В агропромисловому комплексі зростає інтерес до технологій точного землеробства. Агрохолдинги, такі як Kernel, Астарта, МХП, використовують ІІІ-асистента (наприклад, МХП для вирощування птиці та посівів зерна, Астарта – для планування логістики врожаю з полів, планування сівозмін, Kernel – використовує моделі прогнозування врожайності) [9]. Впроваджуються системи управління фермерським господарством (Farm Management Systems) для оптимізації використання ресурсів та підвищення ефективності виробництва.

Важливо відзначити, що цифровізація бізнес-процесів та системи моніторингу в Україні стикається з низкою серйозних перешкод та однією з них є недостатність інвестицій. Чимало українських підприємств, особливо малого та середнього бізнесу, не мають достатньо коштів для впровадження сучасних цифрових технологій. Наприклад, придбання та впровадження сучасної ERP-системи може бути непосильним фінансовим тягарем для невеликої виробничої компанії [5].

Наступною проблемою для цифровізації бізнес-процесів підприємств та системи моніторингу є брак кваліфікованих кадрів, адже відчувається нестача ІТ-фахівців, аналітиків даних, спеціалістів з кібербезпеки та експертів з впровадження цифрових рішень. Означене ускладнює процес пошуку, залучення необхідних спеціалістів для здійснення цифрової трансформації. Наприклад, на підприємствах можуть виникнути труднощі під час пошуку фахівця з електронної комерції для розвитку свого онлайн-магазину.

Третьою проблемою в напрямку цифровізації бізнес-процесів та системи моніторингу є недостатній рівень цифрової грамотності керівників та співробітників. Зокрема, керівники можуть чинити опір впровадженню цифрових технологій та працівники, які не володіють цифровими навичками, можуть неефективно використовувати нові інструменти. Також вагомою проблемою є застаріла інфраструктура, нестабільне інтернет-з'єднання, низька швидкість передачі даних, що ускладнюють використання

хмарних сервісів та онлайн-платформ на підприємствах. Наступною проблемою є недостатній рівень державної підтримки, уповільнює процес цифровізації. Проте, поступово запроваджуються програми стимулювання та фінансування цифрової трансформації на рівні держави [30]. Також слід відзначити питання забезпечення кібербезпеки, що стримує підприємства активно впроваджувати цифрові технології через побоювання щодо втрати даних та фінансових збитків внаслідок кібератак. Враховуючи узагальнений перелік перешкод (рис. 4) слід відзначити, що підприємства мають високий потенціал цифрового прориву за умови цільової підтримки держави, розвитку освітніх програм і залучення приватних інвестицій.



Рис. 4. Перешкоди цифровізації бізнес-процесів та системи моніторингу в Україні

Джерело: складено авторами

Підтвердженням повільних темпів залучення інвестицій у підприємства є динаміка показника очікуваних змін інвестицій на промислових підприємствах (рис. 5) [7]. Наведені дані демонструють зменшення очікувань серед підприємців щодо залучення інвестицій за період 2016–2023 рр., але у 2024–2025 рр. очікується

пожвавлення та збільшення залучення інвестицій. Крім того, на 2025 р. підприємці вважають, що основними факторами впливу на залучення інвестицій по промисловим підприємствам є попит споживачів (38 %), забезпечення фінансовими ресурсами (67 %), технічні фактори (35 %). Отже, залучення інвестицій має значний вплив на можливості підприємств до розвитку, вдосконалення бізнес-процесів.

Поряд із перешкодами цифрового прориву, впровадження системи моніторингу на підприємствах доцільно врахувати фактори, які стримують розвиток промислових підприємств. Враховуючи результати опитувань можемо зауважити, що підприємці по промисловості вважають вагомими факторами впливу на їх бізнес у 2025 р. наступні: недостатній попит серед населення (37 % у січні та 36 % у квітні); брак робочої сили (33 % у січні-квітні); нестача сировини, матеріалів (13 % у січні та 11 % у квітні); недостатність фінансових ресурсів (25 % у січні-квітні); інші фактори (51 % у січні та 47 % у квітні) [7]. Лише 11 % підприємців у квітні 2025 р. вважають, що негативні фактори впливу відсутні.

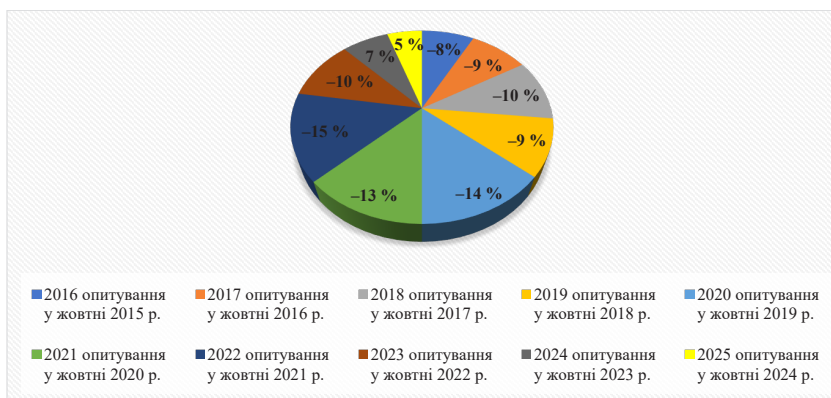


Рис. 5. Динаміка показника очікуваних змін інвестицій по промисловості України в наступному році порівняно з поточним роком (%)

Джерело: побудовано авторами на основі [7]

Рівень впровадження систем моніторингу бізнес-процесів на підприємствах в Україні залежить від їхнього розміру та рівня цифрової зрілості. Крупні підприємства віддають перевагу впровадженню комплексних ERP-системи (наприклад, SAP, Oracle) та CRM-системи (наприклад, Salesforce, Microsoft Dynamics 365), які використовуються з метою управління ресурсами та клієнтами, моніторингу ключових показників ефективності (KPI) бізнес-процесів [25; 32]. Наприклад, виробниче підприємство може використовувати ERP-систему для відстеження часу виконання виробничих замовлень, рівня запасів та собівартості продукції.

Середні підприємства часто використовують більш доступні рішення, такі як хмарні сервіси для управління проектами (Asana, Trello), CRM-системи для малого бізнесу (HubSpot CRM, Zoho CRM) та інструменти веб-аналітики (Google Analytics) для відстеження ефективності маркетингових кампаній та поведінки користувачів на вебсайті [2; 12; 22; 24].

Водночас, малі підприємства часто обмежуються використанням електронних таблиць (Microsoft Excel, Google Sheets) з метою відстеження показників роботи або використовують базові безкоштовні онлайн-сервіси. Впровадження спеціалізованих систем моніторингу є досить складним та потребує фінансових витрат.

Загальною тенденцією для підприємств є запровадження систем моніторингу для відстеження поточних показників. Використання системи моніторингу здійснюється з метою прогнозування та виявлення закономірностей, загроз, проблем, що здійснюється з метою розробки управлінських рішень. Існує проблема недостатньої інтеграції різних систем моніторингу між собою, що ускладнює отримання загального уявлення про ефективність бізнес-процесів.

Активізація процесів цифровізації призводить до підвищення використання сучасних цифрових інструментів моніторингу, включаючи хмарні платформи для збору та аналізу даних, інструменти візуалізації даних (Power BI, Tableau), програмні продукти на базі штучного інтелекту для автоматизації виявлення аномалій

та прогнозування. Проте, означені цифрові інструменти лише починають впроваджуватися на підприємствах.

Дослідження поточного стану цифровізації та систем моніторингу бізнес-процесів дозволяє відзначити необхідність комплексних зусиль з боку бізнесу з метою подолання існуючих проблем та прискорення цифрової трансформації, що дозволить підвищити конкурентоспроможність української економіки в умовах глобальних викликів. Підтвердженням важливості впровадження цифрових технологій, здійснення моніторингу результатів роботи на підприємствах є результати дослідження конкурентних позицій промислових підприємств на внутрішньому ринку та за результатами дослідження на січень-березень 2025 р. 4 % підприємців відзначили, що вони підвищилися, 88 % дотримуються думки, що не змінилися та 7 % вважають, що відбулося погіршення (рис. 6).

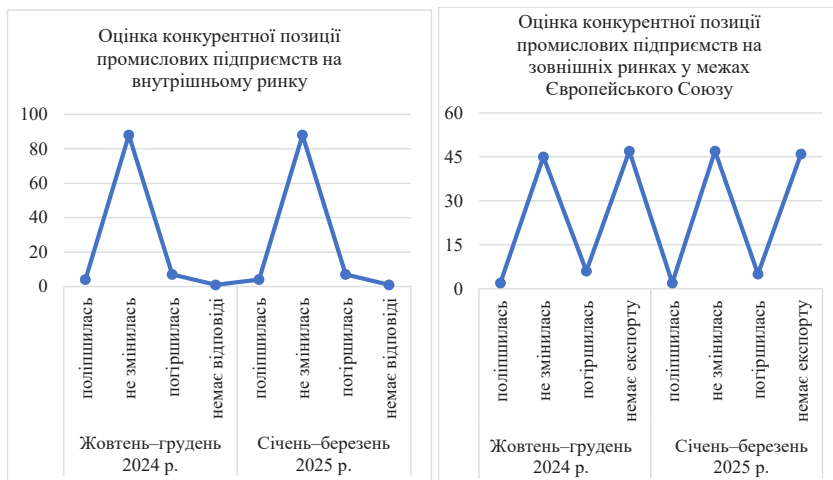


Рис. 6. Динаміка оцінки конкурентної позиції промислових підприємств на внутрішньому ринку та на зовнішніх ринках у межах Європейського Союзу (%)

Джерело: побудовано авторами на основі [7]

Також враховуючи результати оцінки конкурентної позиції промислових підприємств України на зовнішніх ринках у межах ЄС слід відзначити, що у січні-березні 2025 р. 2 % підприємств вважали, що конкурентні позиції покращилися, 47 % – не змінилися, 5 % – погіршилися, 46 % – відсутній експорт [7]. Проведене дослідження дозволяє відзначити, що цифровізація та використання систем моніторингу бізнес-процесів дозволять підвищити ефективність функціонування, сформувати конкурентні переваги та розширити ринки збуту.

Слід підсумувати, що здійснення моніторингу бізнес-процесів забезпечує стабільність роботи підприємств, які мають позитивний вплив на соціально-економічну безпеку в умовах цифровізації. Саме підприємства формують основу економіки, сплачують податки, забезпечують зайнятість населення, впливають на соціальну стабільність та серед основних напрямів такого впливу слід виділити (рис. 7).

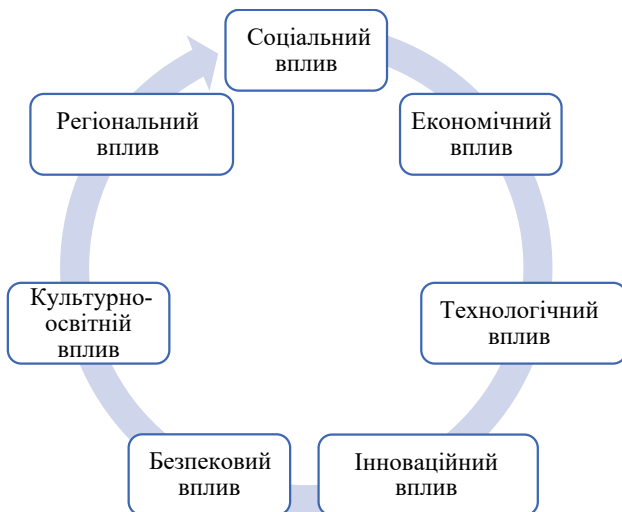


Рис. 7. Напрямки впливу бізнес-процесів підприємств
на соціально-економічну безпеку країни

Джерело: розроблено авторами

Соціальний вплив, який проявляються у тому, що підприємства реалізують екологічні проекти, зменшують рівень безробіття, створюють робочі місця, підвищують добробут населення; економічний вплив полягає у наповненні бюджету податками, залученні внутрішніх та зовнішніх інвестицій; технологічний вплив полягає у розвитку науки, підтримці інновацій; інноваційний вплив полягає у здійсненні цифровізації бізнес-процесів; безпековий вплив проявляється у тому, що підприємства забезпечують критично важливі ресурси (наприклад, продовольча, енергетична складова); культурно-освітній вплив полягає у підготовці кадрів, розвитку дуальної освіти, підтримці корпоративної культури; регіональний вплив визначається тим, що бізнес спрямовує кошти у логістику, транспорт, розвиток громади, міста. Отже, підприємства будь-якої форми власності є важливими суб'єктами соціально-економічної безпеки країни та їх зростання, цифровізація сприяє стабільності та сталому розвитку держави.

Враховуючи результати проведеного дослідження слід визначити напрями здійснення цифровізації бізнес-процесів та системи моніторингу на підприємствах в Україні (рис. 8): хмарні технології – впровадження SaaS-сервісів для зберігання даних (наприклад, Google Workspace, Microsoft 365) сприятиме автоматизації зберігання, обробки інформації; автоматизація внутрішніх процесів – використання ERP, CRM, SCM-систем для здійснення обліку, логістики, управління персоналом забезпечить комплексну автоматизацію бізнес-процесів та моніторинг результатів роботи підприємства (наприклад, Salesforce); запровадження цифрового документообігу, тобто перехід на підписання електронних договорів, накладних (наприклад, сервіси Вчасно, М.Е.Дос, Signy); використання систем моніторингу, наприклад запровадження BI-систем (Power BI, Tableau) дозволить здійснювати аналіз продажів кожного дня, оцінювати результативність роботи, якість ланцюгів поставок; забезпечення кібербезпеки шляхом залучення або спрямування інвестицій в захист даних, багаторівневу авторизацію, резервне копіювання; налагодження електронної комерції та цифрового

маркетингу шляхом розвитку онлайн-продажів, SEO, Big Data-аналітики, використання маркетплейсів (Rozetka, Prom.ua); розвиток цифрових компетентностей персоналу шляхом їх навчання, використання внутрішніх освітніх платформ, тренінгів (наприклад, Moodle, Coursera для бізнесу); здійснення цифрової взаємодії з державою через використання Дія.Бізнес, подання електронної звітності, електронних податкових декларацій, використання електронного судочинства; взаємодія з міжнародними цифровими платформами через вихід на глобальні ринки (наприклад, Amazon, eBay, Upwork, Shopify); розвиток цифрової стратегії на підприємстві шляхом інтеграція ІТ в загальну бізнес-стратегію; налагодження партнерства з ІТ-компаніями, що сприятиме впровадженню програмних продуктів для автоматизації бізнес-процесів. Сформовані напрями сприятимуть здійсненню ефективного моніторингу за функціонуванням підприємства, цифровізації бізнес-процесів, що вплине на зростання показників, формування конкурентних переваг.



Рис. 8. Напрями здійснення цифровізації бізнес-процесів та системи моніторингу на підприємствах в Україні

Джерело: розроблено авторами

Висновки. Таким чином, в умовах сьогодення, швидкої мінливості ринкового середовища саме цифровізація є вагомим інструментом адаптації до нових умов, підвищення стійкості, ефективності функціонування підприємств та забезпечення подальшого розвитку. Поряд з цим, важливу роль відіграє здійснення моніторингу бізнес-процесів у контексті цифрової трансформації та глобальної нестабільності, що дозволить своєчасно виявляти проблеми, реагувати на ризики, проводити аналіз показників, приймати якісні управлінські рішення. Доведено, що існує тісний взаємозв'язок між цифровізацією та моніторингом бізнес-процесів, адже впровадження сучасних технологій дозволяє автоматизувати ведення звітності, подання податкової звітності, вдосконалити обслуговування клієнтів, налагодити взаємодію з покупцями. Водночас, глобальні виклики, такі як пандемія, енергетичні та кліматичні кризи, мають значний вплив на трансформацію бізнес-процесів та обумовили перехід до дистанційної роботи, цифрову логістику, зміну поведінки споживачів. За результатами аналізу стану цифровізації в Україні визначено проблеми (недостатнє фінансування, брак кадрів), перспективи до впровадження наявних систем моніторингу на підприємствах та сформовано напрями здійснення цифровізації бізнес-процесів і системи моніторингу. Визначено, що бізнес-процеси підприємств мають вагомий вплив на соціально-економічну безпеку країни, що проявляється через соціальний, економічний, технологічний, безпечовий, інноваційний вплив та підтверджує важливість здійснення моніторингу бізнес-процесів задля виявлення проблем та своєчасного покращення їх функціонування.

Список використаних джерел

1. Аксьонова І. В. Моніторинг як сучасне інформаційне забезпечення аналітики та управління підприємствами. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 55. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2880> (дата звернення: 15.05.2025).

2. Використання Zoho CRM для ефективного управління клієнтами та кадрами в Україні. Shelfy. URL: <https://shelfy.com.ua/newsroom/vykorystannya-zoho-crm-v-ukrayini/> (дата звернення: 15.05.2025).
3. Дашборд. Monobank. URL: <https://monobank.ua/dashboard> (дата звернення: 15.05.2025).
4. Державні послуги онлайн. Дія. URL: <https://diia.gov.ua/> (дата звернення: 15.05.2025).
5. Дернова І. А., Боровик Т. М. Цифровізація економіки України в умовах пандемії: тенденції та напрями розвитку. *Economics: time realities*. 2022. № 1 (59). Р. 22–29. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2022/No1/22.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).
6. Доля Ю. Як ШІ вже зараз формує майбутнє фінансів. *SPEKA*. URL: <https://speka.media/yak-si-vze-zaraz-formuje-maibutnje-finansiv-vm5x11> (дата звернення: 15.05.2025).
7. Економічна статистика / Макроекономічна статистика / Тенденції ділової активності. *Державна служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.05.2025).
8. Зручні сервіси, що завжди під рукою. *ПриватБанк*. URL: <https://privatbank.ua/apps/privat-24> (дата звернення: 15.05.2025).
9. Несенюк А. Штучний інтелект для вирощування курей та зерна. Агрохолдинги МХП, «Астарта» та Kernel випередили бум ШІ та вже роками мають власні розробки. Як це заощаджує компаніям мільйони доларів. *Forbes*. URL: <https://forbes.ua/innovations/shtuchniy-intelekt-dlya-viroshchuvannya-kurey-ta-zerna-agrokholdingi-mkhp-astarta-ta-kernel-viperedili-bum-shi-ta-vzhe-rokami-mayut-vlasni-rozrobki-yak-tse-zaoshchadzhue-kompaniyam-milyoni-dolariv-01032024-19576> (дата звернення: 15.05.2025).
10. Носач Н. М. Вплив системи моніторингу і контролінгу на довгострокову стійкість підприємства. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2024. № 11. URL: <https://econp.com.ua/index.php/journal/article/view/214> (дата звернення: 15.05.2025).
11. Носач Н. М., Єгіозар'ян А. Г. Побудова системи моніторингу та контролінгу на агро-підприємстві. *Development*

Service Industry Management. 2024. № 3. С. 254–259. URL: <https://dsim.khmnu.edu.ua/index.php/dsim/article/view/246> (дата звернення: 15.05.2025).

12. Огляд системи CRM HubSpot. Adwservice. URL: <https://adwservice.com.ua/uk/vakansiya-akkaunt-manager> (дата звернення: 15.05.2025).

13. Перерва П. Г., Кобелева Т. О. Формування системи моніторингу підприємницької діяльності підприємства. *ECONOMICS: time realities*. 2023. № 1 (65). С. 5–11.

14. Соколов М. О., Каплун В. М. Інструменти і методи контролю і моніторингу діяльності підприємств. *Актуальні проблеми економіки*. 2023. № 10 (268). С. 84–93.

15. Ткаченко О., Рачков М. Система моніторингу фінансової діяльності підприємства. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2024. Т. 7, № 2. С. 259–273. URL: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua/article/view/317735> (дата звернення: 15.05.2025).

16. Топ-10 українських CRM-систем: огляд ключових функцій і можливостей. One Service Consulting. URL: <https://www.oneservice-consulting.com/top-10-ukrainskikh-crm-sistem> (дата звернення: 15.05.2025).

17. Філіппова С. В., Малін О. Л. Сутність та виклики цифровізації економіки для державно-приватного партнерства. *Economic journal Odessa polytechnic university*. 2020. № 3 (13). С. 55–63. URL: <https://economics.net.ua/ejopu/2020/No3/55.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).

18. Цифрові інструменти для малого бізнесу: від CRM до аналітики. Riabova.io. URL: <https://riabova.io/blog/tsifrovye-instrumenty-dlja-malogo-biznesa-ot-crm-do-analitiki> (дата звернення: 15.05.2025).

19. Череп А. В., Дашко І. М., Огренич Ю. О. Діджиталізація бізнес-процесів на підприємствах як фактор забезпечення соціально-економічної безпеки в умовах сучасних євроінтеграційних викликів. *Економіка та суспільство*. 2024. № 64. URL: <https://>

economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4235 (дата звернення: 27.05.2025).

20. Череп А. В., Дашко І. М., Огренич Ю. О. Діджиталізація підприємств як чинник забезпечення конкурентоспроможності економіки України. *Проблеми системного підходу в економіці : збірник наукових праць*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 3 (96). С. 11–16. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2024-3-2>.

21. Шатілова О. В., Шишук Н. О. Цифрові інструменти інноваційного розвитку бізнес-організації. *Проблеми економіки*. 2020. № 4 (46). С. 249–255.

22. Що таке Asana project management – як спростити ваш робочий процес. Cloudfresh. URL: <https://cloudfresh.com/ua/cloud-blog/shho-take-asana-project-management-yak-sprostyty-vash-robochyj-protses/#why> (дата звернення: 15.05.2025).

23. Що таке Jira і для чого вона потрібна. GoIT Україна. URL: <https://goit.global.ua/articles/shcho-take-jira-i-dlia-choho-vona-potribna/> (дата звернення: 15.05.2025).

24. Що таке Trello та як ним користуватися? Softlist. URL: <https://softlist.com.ua/ua/news/shcho-take-trello-ta-yak-nim-koristuvatisya> (дата звернення: 15.05.2025).

25. Analysis: Oracle beats SAP in ERP market. Techzine Service. URL: <https://www.techzine.eu/news/applications/130690/analysis-oracle-beats-sap-in-erp-market/> (дата звернення: 15.05.2025).

26. Build great things at any scale. Jenkins. URL: <https://www.jenkins.io/> (дата звернення: 15.05.2025).

27. Cherep A., Dashko I., Ohrenych Yu. Theoretical and methodological bases of formation of the concept of ensuring socio-economic security of enterprises in the context of digitalisation of business processes. *Baltic Journal of Economic Studies*. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2024. Vol. 10. № 1. P. 237–246. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2024-10-1-237-246>.

28. Cherep A., Voronkova V., Cherep O., Ohrenych Yu., Dashko I., Kotliarov V. Impact of Artificial Intelligence on the Level of Socio-Economic Security of Ukraine in the Conditions of Current

European Integration Challenges. *Navigating the Technological Tide: The Evolution and Challenges of Business Model Innovation*: International Conference on Business and Technology (ICBT 2024), Vol. 3 (Cambridge, England, 19–20 April 2024). Part of the book series: Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). Springer, Cham, 2024. Vol. 1082. P. 320–333. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-67434-1_30 (Last accessed: 27.05.2025).

29. Confluence. Atlassian. URL: <https://www.atlassian.com/software/confluence> (дата звернення: 15.05.2025).

30. Erkes O., Kalyta O., Gordiienko T. Banking digitalization during the COVID-19 pandemic. *Visnyk Kyi'vs'kogo nacional'nogo torgovel'no-ekonomichnogo universytetu*. 2021. № 6. P. 133–146.

31. Get started with GitLab CI/CD. GitLab CI. URL: <https://docs.gitlab.com/ci/> (дата звернення: 15.05.2025).

32. Grow faster and work smarter. Salesforce. URL: <https://www.salesforce.com/> (дата звернення: 15.05.2025).

33. Metinvest Digital: як українська ІТ-компанія трансформує промисловість у часи війни. METINVEST. URL: <https://metinvestholding.com/ua/media/news/metinvest-digital-yak-ukrainsjka-t-kompanya-transformu-promislovstj-u-chasi-vjni> (дата звернення: 15.05.2025).

34. Start learning about Google Analytics. Google Analytics. URL: <https://developers.google.com/analytics> (дата звернення: 15.05.2025).

35. Tkachenko S., Ohrenych Yu., Kairachka N. Digitalization of business processes as a tool to prevent bankruptcy in enterprises in the conditions of variability of the market environment. *Економіка і регіон: науковий журнал (Economics and region)*. Полтава : ПНТУ, 2024. Vol. 1 (92). P. 183–194. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2024.1\(92\).3327](https://doi.org/10.26906/EiR.2024.1(92).3327).

36. Wurtzel M. Lean Six Sigma and Business Process Management – Better Together. BPMInstitute.org. URL: <https://www.bpm institute.org/resources/articles/lean-six-sigma-and-business-process-management-better-together/?srsltid=AfmBOorb9yr9e2-u15lQW1qej62kDNXDE4GCjd04D7RkaQlKdbMpCnZ6> (Last accessed: 15.05.2025).

CHEREP Alla,

Doctor of Economic, Professor,
Head of the Department of Finance, Banking,
Insurance and Stock Market,
Zaporizhzhia National University,
Zaporizhzhia, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5253-7481>

1.4. MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES: FEATURES AND TRENDS IN DEVELOPED COUNTRIES AND UKRAINE

Introduction. Digital transformation is shaping a new technological paradigm in which traditional socio-economic models have lost their effectiveness without the integration of information and communication technologies into all areas of production, management, and social interaction. Therefore, scientists Bykov V., Spirin O., Pinchuk O. [1], Golovchak Y., Golovchak H., Pysarchuk O. [2], Leliuk S., Alekseenko I., Poltinina O. [3], Pankratova O. [4], Spirin O. [5], Haustova M. [6], Cherep A. [7–10], Cherep O. [7; 10], Gelman V. [7], Dashko I. [9], Ohrenych Yu. [9; 10] investigated the problematic issues of digitalization of the world's economies.

The relevance of the research problem is due to the large-scale transition to the concept of industry 4.0, which involves the introduction of automated control systems, intelligent computing, processing of large data sets and the use of cloud and edge computing resources [11]. Forecast estimates of the global ICT market indicate stable growth: in 2024 alone, total investment in digital technologies will reach \$5 trillion, which is 8% more than in 2023 [12]. Digitalization has become the main driver of GDP in developed countries, determining competitiveness at the macro and micro levels.

The relevance of the study is also enhanced by the growing cyber threats caused by excessive dependence on digital platforms. According to the ITU, the level of global cybersecurity varies

significantly between the G7 countries and developing countries, and technical indicators for the protection of critical information infrastructure show a high level of asymmetry [13]. In addition, the development of artificial intelligence based on deep machine learning models and next-generation neural networks is creating new risks associated with the uncontrolled use of algorithms in critical systems [14]. This requires the development of new standards for digital technology management, taking into account both the technical component and the regulatory environment.

The purpose of the study is to analyze the current state of development of digital technologies in developed countries and Ukraine, with a focus on technical characteristics, implementation models, institutional infrastructure, and prospects for their further evolution. The objectives of the study include identification of key technological trends (AI, IoT, Cloud, Blockchain), analysis of digital development indicators according to the DESI and OECD Digital Economy Outlook indices, as well as comparison of technical standards implemented at the national level in Ukraine and the EU countries [15; 16].

The methodological basis of the work is a structural and functional approach to the analysis of digital systems, as well as a comparative and analytical method that allows to assess the effectiveness of digital policies by standardized indicators. The source base includes EU regulatory documents in the field of digital transformation [17], reports of leading analytical companies (Gartner, Cisco) [12; 18], official documents of the US and Ukrainian governments on the implementation of national digitalization programs [19; 20], results of international studies on assessing the level of cybersecurity, development of artificial intelligence, cloud technologies and the Internet of Things [13; 14; 21]. Additionally, the materials of the World Economic Forum study on global digital risks and scenarios for minimizing them by 2030 were used [22]. Statistical data on the development of the digital economy are provided according to the latest reports of the European Commission [15], OECD [16] and Cisco [18].

Summary of the main results of the study. Digital technologies are a set of technical, hardware, software, telecommunication, network and analytical solutions that ensure the processing, transmission, storage and generation of information in digital form using mathematical methods, machine learning algorithms, cryptographic protocols, artificial intelligence systems, as well as the latest generation of computer architectures. From a technical point of view, digital technologies are classified by their functional purpose, hardware and software, level of integration into business processes, type of processing environment (local, distributed, cloud) and types of data transfer protocols used (TCP/IP, MQTT, HTTP/2, QUIC). There are basic categories: data acquisition and capture technologies (IoT sensors, RFID systems, edge components), processing technologies (servers, GPU clusters, neural network processors), storage (cloud storage, NAS, SAN), transmission (fiber optic lines, 5G networks, satellite communications), analytics (Big Data platforms, BI systems), and user interface technologies (XR devices, APIs, HCI components) [11].

The architecture of modern digital systems is based on a distributed model with the ability to scale, ensure fault tolerance and continuous operation through channel and capacity redundancy, using virtualization technologies (hypervisor-based, container-based) and microservice architecture (MSA). Serverless Computing concepts are used to abstract the hardware component, with the transfer of the computing load to the cloud infrastructure (AWS Lambda, Google Cloud Functions). The general structure includes the following layers: hardware layer, networking layer, data storage layer, services layer, and user interface layer. The architecture uses mechanisms for load balancing, request routing (Reverse Proxy, API Gateway), cross-domain access (OAuth 2.0, OpenID), and transport layer encryption protocols (TLS 1.3, IPSec) [21]. The level of integration within digital systems is ensured through API standardization and the use of integration exchange protocols (REST, GraphQL, gRPC).

The infrastructure of the digital economy is represented by a combination of high-speed communication networks, computing

resources (data centers, cloud platforms, edge nodes), large-scale data storage systems (Hadoop Distributed File System, NoSQL systems), and software and hardware systems for real-time information processing (real-time analytics, stream processing engines). The central role is played by new generation networks (5G, Wi-Fi 6, Low-Power Wide-Area Networks), which provide high bandwidth, low latency and massive connectivity of IoT devices. According to Cisco, by 2023, the number of devices connected to the network exceeded 29 billion, of which more than 50 % were IoT devices [18]. An important component of the infrastructure is Data Centers, which in developed countries are provided with energy reserves of more than 100 MW, have Tier III/IV certification, and support ISO/IEC 27001, ISO/IEC 20000 standards [21]. Storage systems are implemented on the basis of SSD arrays, NVMe protocols, and distributed file systems (Ceph, GlusterFS), which allow scaling to the petabyte and exabyte level. Orchestration systems (Kubernetes, Docker Swarm) are used to manage computing loads, and DevOps technologies with continuous integration and delivery (CI/CD pipelines) are used to manage the life cycle of digital services.

Digital transformation is defined as a comprehensive change in the technological, managerial and organizational structure of enterprises, industries and national economies through the introduction of digital technologies that provide new models of value creation, efficiency and interaction. The levels of transformation are defined: micro-level (individual enterprise or organization), meso-level (industry, cluster), macro-level (national economy) and meta-level (international digital ecosystems). Within the framework of national programs, transformation is structured into stages: digitalization of basic infrastructure (networks, data centers), creation of digital platforms for public and commercial services, formation of institutional structures for digital governance, investment in human capital (STEM education, digital literacy), and ensuring technological sovereignty through localization of key solutions [16; 17]. In Ukraine, the Law of Ukraine “On the National Informatization Program” has legislated the areas

of informatization, taking into account the world standards of digital transformation [19]. The EU programs until 2030 have four main goals: business digitalization, skills development, sustainable digital infrastructures, and public sector digitalization [17].

At the level of institutional support for digital transformation, leading countries are implementing projects with widespread use of artificial intelligence tools, including the creation of specialized agencies, such as the National AI Development Initiative in the United States [20], as well as programs to build cyber resilience, support digital innovation, and develop the smart economy [13; 21]. Thus, the theoretical foundations of digital technologies cover a system-integrated approach to building the technical, functional and managerial architecture of digital systems, taking into account their role as the basis for economic growth and national security.

Today's leading digital technologies form the basis of distributed information systems, big data processing architectures, autonomous control systems, and new generation services. Critical technological areas include artificial intelligence (AI) with its machine learning, neural network models and computer vision, as well as cloud computing, which provides a scalable infrastructure with flexible models for deploying services and storing information. Their synergistic combination forms the technical basis for the implementation of Industry 4.0, Smart City, e-Government and critical national systems, necessitating a high-level analysis of algorithmic, hardware and infrastructure components.

Artificial intelligence, machine learning, cloud computing: algorithms, applications, models.

Artificial intelligence is a multi-level system of algorithms and models that mimic the functions of human intelligence: classification, forecasting, recognition, decision-making, and data-driven learning. The algorithmic basis of AI is implemented through machine learning (ML) models, which are divided into supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning approaches. Supervised learning uses regression models, decision trees, SVMs, neural networks,

including deep convolutional networks (CNNs), recurrent networks (RNNs, LSTMs), and transformers (Transformers). The latter have become the basis for large language models (LLMs), such as GPT, PaLM, BERT, which operate on an attention-based architecture and operate with billions of parameters, requiring high-performance computing environments with GPU clusters or specialized TPUs [14].

AI applications include natural language processing (NLP), content generation, data analytics, risk prediction, autonomous control systems, biometric identification, and computer vision (CV). CV is dominated by CNNs that perform segmentation, classification, tracking, and image generation, complemented by modern ViT (Vision Transformers) models that provide higher accuracy when working with high-resolution visual streams [21]. According to the AI Index 2023, more than 50 % of the world's largest companies have integrated AI solutions into production and business processes, which has resulted in an efficiency gain of 15–25 % [14]. In the USA, AI development is enshrined in the legislation through the National Artificial Intelligence Initiative Act, which provides for centralized coordination of R&D, development of security standards, and implementation of AI in critical areas such as defense, energy, and healthcare [20].

Cloud computing forms the basis of distributed digital systems, providing dynamic management of computing resources, scalability and high availability of services. Architecturally, Cloud Computing is implemented through the following deployment models: IaaS (Infrastructure as a Service), which provides virtual machines, network infrastructure and storage; PaaS (Platform as a Service), which is an environment for developing, testing and launching applications; SaaS (Software as a Service), which is ready-made services for end users. The main providers (AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform) own data centers with power consumption of more than 200 MW, which allows processing exabytes of data with a 99.99 % availability guarantee (SLA) [21]. The technical infrastructure of cloud computing includes virtualization systems (VMware, KVM), container orchestration (Kubernetes), load balancing (Elastic Load

Balancer), monitoring systems (Prometheus, Grafana) and data backup and replication mechanisms (DRaaS, geo-redundancy). TLS, IPSec, AES-256 encryption, as well as access control policies based on RBAC and IAM are used to protect data. With the growth of IoT devices and AI services, computing is shifting to the edge, which reduces delays and optimizes the use of network resources [18]. Gartner forecasts that by 2024, spending on cloud services will exceed \$1 trillion, with 65 % of organizations moving to a multi-cloud or hybrid architecture [12]. Cloud computing applications include e-commerce, streaming services, financial platforms, medical information systems, and the digital state (GovCloud). In the EU, this is being implemented through the Gaia-X single cloud initiative, which is based on the principles of openness, security, and data sovereignty [17]. Ukraine is also implementing cloud infrastructure projects for public services, including the use of the Diia cloud hosting platform, which involves the use of virtualized environments in compliance with standards ISO/IEC 27001 та NIST SP 800-53 [19].

Let's explore IoT and blockchain.

The Internet of Things (IoT) is a distributed technical system that integrates physical objects equipped with sensors, controllers, microprocessors and wireless communication tools, with the ability to autonomously collect, transmit and process data in real time. The IoT architecture includes the following layers: devices (end-nodes), gateways, communication infrastructure, computing (edge/cloud layer), and analytics (data analytics platforms). The technical structure is based on low-power processors (ARM Cortex, RISC-V), sensors (temperature, humidity, pressure, presence), radio modules (Wi-Fi, BLE, LoRa, Zigbee, NB-IoT), and micro-operating systems (FreeRTOS, Zephyr, Contiki-NG). MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) and CoAP (Constrained Application Protocol) protocols provide lightweight publish/subscribe (MQTT) or REST-based request-response (CoAP) data transport with minimal energy and bandwidth consumption, optimized for resource-constrained devices [9]. IoT implementation covers

industry (Industrial IoT), urban environment (Smart City), transport infrastructure (V2X), medicine (IoMT), energy (Smart Grid) and agriculture (AgriTech). Predictive maintenance systems, automated production lines with adaptive control, and digital twins for real-time simulation of technical processes are being implemented in industry [21]. According to the Cisco Annual Internet Report, by 2023, more than 50 % of global traffic will be generated by IoT devices, which necessitates optimization of the communication infrastructure and distribution of computing resources at the edge (edge computing) [18].

Blockchain and Web3 form a decentralized model for storing, verifying, and exchanging information without intermediaries and with guaranteed data integrity. A blockchain is a distributed ledger of transactions supported by consensus algorithms (Proof of Work, Proof of Stake, BFT), cryptography (SHA-256, ECDSA), hash chains, and tokenization mechanisms. Smart contracts – software algorithms that automatically fulfill the terms of contracts in the blockchain, while maintaining transparency and consistency of results. Web3 is a concept of a decentralized Internet where users own and control their own data and digital assets, using decentralized identifiers (DIDs), crypto wallets, DAOs, and DeFi mechanisms [21]. Examples of blockchain technology implementation scenarios include financial platforms (digital currencies, tokenized assets, cross-border payments), logistics (supply tracing, verification of the origin of goods), medicine (integrity of medical records), energy (peer-to-peer energy trading), and public administration (electronic voting, property registers). The integration of blockchain into the personal data protection sphere allows for the implementation of the concept of self-sovereign identity, where the user fully controls access to his or her data without centralized intermediaries [21].

It is also important to characterize and define the role of cybersecurity and big databases.

Cybersecurity in modern digital systems is based on multi-layered security architectures based on the principles of Zero Trust, which implies that no trust should be placed in any internal or external

entity without explicit verification and authorization. The technical components of Zero Trust include multi-factor authentication (MFA), network segmentation, access micro-segmentation, user behavior monitoring (UEBA), and continuous security monitoring (Continuous Diagnostics and Mitigation). Cryptographic protocols provide protection at the level of data (AES-256, RSA-2048, ECC encryption), networks (TLS 1.3, IPSec), identification (OAuth 2.0, OpenID Connect) and storage (encryption at rest and in transit). The protection of personal data is realized through encryption, anonymization, pseudonymization, and consent management in accordance with the requirements of the GDPR and other international standards [13]. According to the Global Cybersecurity Index 2020, only 27% of countries have a high level of technical readiness to counter cyber threats, which emphasizes the need to build national response centers (CERTs), develop cryptographic technologies and implement ISO/IEC 27001 and NIST Cybersecurity Framework standards [13]. Digital security risks include ransomware, APT, DDoS, social engineering, exploitation of software vulnerabilities, which requires automated detection and response systems (SIEM, SOAR) [22].

Big Data is characterized by the volume, speed of arrival, diversity, variability, and probability. Storage is realized with the help of distributed file systems (HDFS), non-relational databases (NoSQL: Cassandra, MongoDB, Couchbase), as well as data lakes for combining structured and unstructured data. Big data processing is carried out by Apache Spark and Apache Flink platforms that support batch and stream processing using in-memory computing and parallelism. Data analysis is implemented through BI systems (Tableau, Power BI, Qlik) that provide interactive visualization, analytical dashboards, building predictive models and detecting anomalies [21]. The integration of Big Data into industry enables the implementation of predictive maintenance concepts, optimization of production processes, consumer behavior analytics, risk management, and adaptive pricing. The amount of data generated globally exceeded 100 zettabytes in 2023, with a forecast of growth to 180 zettabytes

by 2025, requiring improved storage infrastructure, computing optimization, and the development of artificial intelligence algorithms for deep analysis [12]. Thus, IoT, blockchain, cybersecurity, and Big Data form the technical core of the digital economy, ensuring interconnectivity, trust, security, and efficiency of information processing on a global scale.

In addition to artificial intelligence, cloud computing, IoT, blockchain, Big Data, and cybersecurity, today's leading digital technologies include quantum computing, augmented and virtual reality (AR/VR), 5G/6G communications, biometric technologies, and digital twins. Quantum computing is based on qubits and quantum algorithms (Shor, Grover), providing exponential growth in computing power for solving problems of cryptanalysis, modeling molecular structures, and optimizing logistics networks. AR/VR systems form immersive environments that are integrated into industry, education, and medicine using HMD devices and real-time 3D rendering. 5G/6G technologies provide low latency (<1 ms), high bandwidth (up to 10 Gbps) and massive device connectivity, which is critical for autonomous transportation systems, telemedicine and distributed computing. Biometric technologies include fingerprint, face, voice, and iris recognition used in access, identification, and security systems. Digital twins are virtual models of physical objects or processes that enable real-time simulation, monitoring, optimization, and forecasting, with the integration of sensor data, AI models, and cloud analytics, and are used in manufacturing, energy, construction, and transportation [21].

Digital development trends in developed countries are determined by the strategic framework for transforming the digital environment, large-scale investments in research and innovation, the formation of technological sovereignty, and adaptation to the challenges of global digital competition. In the European Union, the implementation of the Digital Decade Strategy until 2030 is focused on achieving four main goals: digitalization of public services, skills development, digitalization of business and infrastructure. The priority is the

deployment of 5G networks with full coverage of all settlements, as well as the development of data centers with a neutral carbon footprint. Considerable attention is paid to digital sovereignty, which involves control over critical infrastructure, including data centers, quantum communications, microchip production (Chips Act program), and the localization of citizens' data in the EU [17].

In the United States, digital development is centered around national programs to support the innovation ecosystem, with a focus on artificial intelligence, quantum computing, cybersecurity, and bio-digital technologies. Silicon Valley initiatives serve as a source of high-tech developments in computing, software, communications, and financial technologies. According to Gartner, total IT spending in the United States will exceed \$1.5 trillion in 2024, with an increase of 8 % compared to 2023, with more than 40 % going to cloud services, AI, and cybersecurity [15]. The legislative framework, including the National Artificial Intelligence Initiative Act, provides for the coordination of intergovernmental cooperation, R&D funding of \$6.5 billion annually, and the formation of ethical principles for the use of new technologies [20].

In Japan and South Korea, digital development is focused on robotics, smart systems, and 6G research. The national strategies of Digital Japan and Digital New Deal are focused on the integration of robotics into industry and services, the development of unmanned transport, smart cities, and unmanned logistics. South Korea is planning to deploy experimental 6G networks using the terahertz band by 2026, which will provide speeds of more than 1Tbps with delays of <0.1 ms, which is critical for autonomous systems and the 5.0 industry [21].

Digital development trends are implemented in accordance with international technical standards developed by ISO, IEEE, and ETSI organizations. ISO/IEC 27001 defines the requirements for information security management systems, IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6) and 802.3 (Ethernet) – for network technologies, ETSI EN 303 645 – for the security of IoT devices. Artificial intelligence standardization is

implemented through ISO/IEC JTC 1/SC 42 with the development of technical specifications for the ethical use of AI, risk management, and model quality assessment [13].

In the context of green digitalization (Green IT), developed countries are implementing policies to decarbonize digital infrastructure, increase the energy efficiency of data centers, and develop technologies aimed at minimizing energy consumption. According to the EU's Green Digitalization Strategy, data centers should achieve carbon neutrality by 2030, with energy efficiency of PUE < 1.3 and the introduction of renewable energy sources [17]. Table 1 illustrates the comparative characteristics of the digital development of leading countries by key indicators.

The indicators in Table 1 show a high level of technological readiness of the leading economies, with the United States and South Korea demonstrating the largest investments in R&D, which allows shaping global technological trends and standards. The 5G coverage in these countries allows for the implementation of innovative services based on low-cost infrastructure, including autonomous transport, telemedicine, and industrial IoT. A high level of cyber preparedness is ensured through the development of national cyber defense centers, the implementation of cyber hygiene standards and risk management in digital ecosystems [13].

In the context of green transformation, Japan and South Korea are the most advanced, having already integrated more than 50% of data centers based on renewable energy, which reduces the carbon footprint and increases energy efficiency.

Digital technologies in Ukraine are developing in the context of a full-scale war caused by the armed aggression of Russian militants, which creates a unique context for adapting digital infrastructure to the challenges of war, while ensuring the resilience of digital services, the functioning of the economy, defense systems and integration into the European digital space. The development of digital infrastructure includes modernization of network coverage, deployment of 5G segments in the rear regions, re-engineering of data centers to address

the threats of physical destruction, and expansion of broadband Internet coverage, including satellite communications. According to Cisco, as of 2023, Internet coverage in urban areas exceeds 85 % and in rural areas 68 %, with a forecast of 90 % stabilization due to the integration of Starlink and mobile repeaters [18].

Table 1
**Key indicators of digital development in developed countries
(2023)**

Country / Region	5G coverage (%)	Investments in R&D of the IT sector (% of GDP)	Number of Tier III/IV data centers	DESI level (0–100)	Share of green data centers (%)	Level of cyber readiness (according to ITU)
European Union	72	2.1	1400	62	38	High
USA	85	3.4	2600	75	46	Very high
Japan	68	3.2	650	69	52	High
South Korea	92	4.1	400	78	57	High

Source: compiled on the basis of [12; 13; 15; 16; 18]

The central element of e-Government in Ukraine is the Diia platform, which is architecturally built on a microservice model with component containerization (Docker) and Kubernetes orchestration, which ensures scalability and high availability. Interaction with external systems is realized via RESTful API using secure authentication protocols OAuth 2.0 and JSON Web Token (JWT). The platform’s security is ensured through a multi-level access control system, data encryption using AES-256 and TLS 1.3 algorithms, and continuous monitoring of anomalous activity using SIEM systems [19]. During the war, Diia’s infrastructure underwent a large-scale migration to cloud facilities abroad with the implementation of a hybrid architecture that combines local and cloud computing, using

disaster recovery mechanisms to ensure the continuity of public services.

Ukraine's military sector is experiencing rapid development of digital technologies, focused on the large-scale introduction of autonomous, distributed and high-tech command, control, reconnaissance, strike and support systems. One of the key areas is the massive use of unmanned aerial vehicles of various types, including reconnaissance, strike, corrective and kamikaze drones, with the integration of artificial intelligence modules for navigation, targeting and real-time tactical decision-making. Small and medium-range reconnaissance UAVs (e.g., Leleka-100, Furia, Valkyrija) detect enemy positions and transmit data via secure channels to command posts, where the information is processed using neural network models of computer vision (object detection, image segmentation) to automatically classify targets. Strike UAVs (e.g., Bayraktar TB2, Punisher, FPV drones with warheads) are equipped with GNSS navigation modules, inertial navigation systems (INS) and programmable flight control systems (flight controllers based on STM32, Pixhawk), which allows for autonomous execution of combat missions without operator intervention, including missions along predefined routes, real-time course correction and dynamic adaptation to changing battlefield conditions. The use of mass-produced FPV drones modified for military purposes allows for precision strikes on armored vehicles, fortifications and enemy manpower with minimal resource expenditure. The control is based on a 5.8 GHz digital video connection with encryption and access zone restriction systems. Improvements to FPV systems include the installation of AI modules based on NVIDIA Jetson Nano or Coral TPU, which provides automatic target detection, autonomous guidance and increased efficiency even in conditions of communication loss. Kamikaze-type UAVs (expendable drones) operate on a "see and attack" basis, using onboard target recognition algorithms, which reduces the workload of operators and increases the tactical autonomy of units. In parallel, there is a development of electronic warfare (EW), which includes

active and passive suppression of the radio frequency spectrum, blocking GPS/GLONASS signals, generating interference in UAV communication bands, as well as detecting and neutralizing enemy drones using radar surveillance and neutralization systems (anti-drone systems such as “Kvertus”, ‘Enclave’, “EDM4S”). The technical implementation of electronic warfare systems includes broadband noise generators, phased array antennas that allow forming directed radiation for targeted attack on control channels, as well as the use of communication channel interception equipment with subsequent connection to the control of enemy UAVs. Increases the effectiveness of electronic warfare by integrating with radio intelligence systems, real-time signal processing, and machine learning to classify drone types and data protocols. Digital battle maps are implemented in the form of geographic information systems that synchronize data from UAVs, ground sensors, satellite images, and radio reconnaissance. They use data aggregation and filtering algorithms, heatmap visualization to identify the most threatening areas, and tools for analyzing routes and logistics lines. Data is transferred via secure channels, usually using AES encryption and VPN connections, and is backed up via satellite channels (Starlink), with critical data backed up on edge servers in the rear regions. Integrated AI models predict enemy movements and probable scenarios of the combat situation, which allows making decisions in a short time based on analytical data.

The role of satellite systems, including commercial ones, for intelligence, navigation and communication is increasing. Obtaining high-resolution images in the RGB, IR and SAR (synthetic aperture) spectra allows to assess damaged objects and determine changes on the battlefield with an accuracy of up to 50 cm. Such data is processed using cluster computing with GPU acceleration, with the integration of neural networks for automated object classification. Signal intelligence (SIGINT) and electronic intelligence (ELINT) tools are also used to collect data on the activity of enemy radio communications, electronic warfare and artillery.

Secure communications are based on TETRA, LTE Private, and encrypted radios, which provide resistance to interception, automatic channel switching in case of jamming, and integration into a single network infrastructure. Ensures continuous communication between units, command posts, artillery and aviation with minimal delays. Integration of data from various sources, their processing, visualization and analysis in a limited time allows Ukraine to effectively use resources in the theater of operations, minimizing losses and increasing the effectiveness of destruction tasks. The technical core of military digital technologies is being formed based on localized solutions, open architectures, rapid prototyping and flexible adaptation to the dynamic conditions of the front, which provides a sustainable advantage in an environment where information and the speed of its processing have become critical resources.

Ukraine's IT ecosystem retains a high level of adaptability: the volume of IT services exports in 2023 exceeded \$7.3 billion, and the number of active startups exceeded 1,500, most of which are focused on cybersecurity, military tech, health tech, and SaaS solutions. Technological clusters are being formed in Lviv, Kyiv, Dnipro, and Ivano-Frankivsk, with innovation hubs, accelerators, and research centers that ensure integration into global digital value chains [16]. The structure of exported services is focused on cloud infrastructure, software development, cybersecurity, R&D outsourcing.

Cybersecurity in wartime is implemented at the level of the national digital defense strategy, within which CERT-UA operates to detect and respond to APT, DDoS, supply chain and socio-technical threats. Interaction with international organizations such as ENISA, ITU, Google Mandiant, IBM X-Force is ensured, which allows the exchange of operational information on compromise indicators, attack tactics and protection scenarios. The Zero Trust model was implemented at the level of government systems, including access control based on behavioral analytics and biometrics, encryption of communication channels, and two-factor authentication [13]. The protection of critical information infrastructure (energy, transport,

communications) has been strengthened, and mechanisms for backup data storage and autonomous operation of digital services in case of loss of communication have been implemented.

In the process of integrating into the European digital space, Ukraine faces challenges in harmonizing technical standards, regulatory frameworks, digital skills, and institutional maturity of digital governance systems. Fulfilling the conditions of the Digital Decade Policy Program requires adaptation to EU requirements for cybersecurity (NIS2), personal data protection (GDPR), digital identity infrastructure (eIDAS 2.0), and standards for IoT, AI, and cloud services [17]. Needs to develop technical infrastructure to participate in European cloud initiatives (GAIA-X) and implement trans-European communication networks.

The data in Table 2 demonstrate that the digital infrastructure has maintained a high level of functioning even in the face of active hostilities, due to mobility, cloud adaptation, and international support.

Table 2

**State of the digital infrastructure and IT ecosystem of Ukraine
(2023)**

Indicator	Values
Broadband Internet coverage	2 % (urban), 68 % (rural)
5G deployment (as of December 2023)	Pilot projects in 5 regions
Number of Tier III/IV data centers	24
Number of Diia users	19 million
Export of IT services	\$7,3 billion
Active IT startups	>1500
Registered cyberattacks (monthly)	>300
Integration into the Digital Decade (assessment)	Partial compliance

Source: compiled on the basis of [13; 16; 17; 18]

The development of the IT sector provides foreign exchange earnings, innovation potential, and strengthening the country's digital resilience. In the area of cybersecurity, there is an increase in attacks,

which is offset by the build-up of defense capacities and deepening cooperation with global organizations. In the context of integration into the EU digital space, further improvement of the regulatory framework, standardization of technical solutions, and investment in digital skills of the population are needed to ensure Ukraine's full participation in European digital initiatives.

A comparative analysis of the digital development of Ukraine and developed countries requires a systematic approach based on unified metrics, including the Digital Economy and Society Index (DESI), the Network Readiness Index, and a structural assessment of investments, human resources, and regulatory, technical, and organizational barriers. According to DESI 2023, Ukraine is not a full participant in the ranking, but according to the European Commission, it has an indicative level of digital development in the range of 37–40 points out of 100, which is significantly lower than the EU average of 52.6 [5]. In the Network Readiness Index, Ukraine ranks 64th among 131 countries, due to insufficient infrastructure development, limited access to innovative technologies, and a fragmented regulatory environment [16].

Investments in digital technologies in Ukraine are mostly of private origin and limited in scope compared to developed countries. According to the OECD, in 2022–2023, total investment in IT, telecommunications, and digital infrastructure amounted to \$1.5–1.7 billion per year, dominated by foreign venture capital (60%) and grant funding (25%). [16]. In developed countries, the level of investment in digital technologies exceeds 2–3% of GDP, with multibillion-dollar funding from public funds, R&D programs, and strategic partnerships (e.g., Horizon Europe). The areas of funding in Ukraine are focused on cloud computing, cybersecurity, e-Government, military technologies, and SaaS platform solutions.

Ukraine's human resources in the field of digital technologies demonstrate high dynamics, but there is an imbalance in access to certifications, modern training programs, and educational infrastructure. The share of IT professionals in the total employment

structure is 3.2 %, with more than 70 % having higher technical education, but only 25 % holding internationally recognized certifications (Cisco, Microsoft, AWS, CompTIA) [16]. In the EU, the share of digital specialists in the workforce is on average 4.5–5 %, with a high level of access to certifications, advanced training programs, and lifelong learning. In Ukraine, the level of digital literacy among the adult population does not exceed 54 %, which is significantly lower than the EU average of 72 % [15].

Table 3 details the comparative indicators of digitalization, investment, and human resources potential of Ukraine and the leading countries of digital development, taking into account key metrics.

The above data demonstrate the existence of structural differences between Ukraine and the leading countries, in particular in the areas of institutional maturity of the digital market, availability of technologies, investment capacity, and regulatory harmonization.

Table 3

**Comparative indicators of digital development of Ukraine
and developed countries (2023)**

Indicator	Ukraine	EU (average)	USA	South Korea
1	2	3	4	5
DESI Index (0–100)	~40	52.6	68.4 (evaluation)	71.2 (evaluation)
Network Readiness Index (rank)	64	Топ-30	4	6
Investment in digital technologies (% of GDP)	1.1	2.3	3.4	4.1
Share of IT in GDP (%)	4.8	6.2	9.3	11.5
Number of Tier III/IV data centers	24	>1400	>2600	400
Adult digital literacy rate (%)	54	72	78	84
Share of certified IT professionals (%)	25	60	68	72

Continuation of Table 3

1	2	3	4	5
Share of Green IT in data centers (%)	<10	38	46	57
5G availability (population coverage, %)	<5 (пілотні)	72	85	92
Barriers: regulatory framework, standardization	High level	Low level	Low	Low

Source: compiled on the basis of [12; 13; 15; 16; 18]

Among the key barriers of Ukraine are: limited standardization of technical solutions in accordance with ISO, ETSI; fragmentation of legal regulation, which complicates integration into European initiatives (e.g., GAIA-X); insufficient protection of intellectual property; limited access to world-class cloud capacities due to sanctions and risky infrastructure. There is also dependence on external hardware and software suppliers, which limits technological sovereignty. The system of national standards in AI, IoT, Big Data, and cybersecurity needs to be expanded. Strengthening Ukraine's position in the global digital space requires increased investment in R&D, human resource development, implementation of European standards, and overcoming regulatory barriers by aligning with the Digital Decade Policy Program [17].

Conclusions. Modern digital technologies form the infrastructure foundation of the global economy, transforming production processes, governance, and social communications. In developed countries, there is a high level of institutional readiness for digitalization, large-scale investments in R&D, technology standardization, and integration of sustainable development principles. In Ukraine, digital transformation is gaining specificity due to the military context, which is driving the rapid development of the IT sector, military technology, and cybersecurity. The main

challenges remain the harmonization of the regulatory framework, infrastructure development, and raising digital competence. The outlook is for integration into the European digital space based on technological sustainability and innovation potential.

References

1. Bykov V., Spirin O., Pinchuk O. Modern challenges of digital transformation of education. *UNESCO Chair Journal Lifelong Professional Education in the XXI Century*. 2020. № 1. P. 27–36. URL: https://www.researchgate.net/publication/341337094_SUCASNI_ZAVDANNA_CIFROVOI_TRANSFORMACII_OSVITI (Last accessed: 11.05.2025).
2. Golovchak Y., Golovchak H., Pysarchuk O. Digitalization of accounting: benefits and challenges in the digital age. *Economics. Finance. Law*. 2023. № 11. P. 38–42. URL: <http://efp.in.ua/uk/journal-article/1188> (Last accessed: 11.05.2025).
3. Leliuk S., Alekseenko I., Poltinina O. Data visualization in financial sector project management. *Economy and society*. 2021. № 26. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-74> (Last accessed: 11.05.2025).
4. Pankratova O. Digitalization as a modern trend in management development. *Economy and society*. 2021. № 33. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/927> (Last accessed: 11.05.2025).
5. Spirin O. Information and digital technologies of a virtual university of postgraduate education. 2021 URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/718722/1/ІІТ%20університету%20ПО.pdf> (Last accessed: 11.05.2025).
6. Haustova M. Benefits, Risks, and Problems of Society's Digitalization: A General Theoretical Perspective. *Philosophy of law*. 2023. № 11. P. 753–759. URL: <https://app-journal.in.ua/wp-content/uploads/2023/11/137.pdf> (Last accessed: 11.05.2025).
7. Cherep A., Cherep O., Gelman V., Loseva E. European vectors of economic digitalization to ensure the national security of the state.

A young scientist. 2023. № 11 (123). URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/5951> (Last accessed: 11.05.2025).

8. Cherep A., Sarbey L. S. Digitalization as a tool for rebuilding Ukraine's economy in the postwar period. *A young scientist*. 2023. № 12 (124). P. 184–188. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6032> (Last accessed: 11.05.2025).

9. Cherep A., Dashko I., Ohrenych Yu. Theoretical and methodological bases of formation of the concept of ensuring socio-economic security of enterprises in the context of digitalisation of business processes. *Baltic Journal of Economic Studies*. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2024. Vol. 10, No. 1. P. 237–246. URL: <http://www.baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/2331/2330> (Last accessed: 11.05.2025).

10. Cherep A., Cherep O., Ohrenych Yu., Kurchenko M. Danish experience in digitalizing business processes as an example for Ukraine. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. 324 (6). P. 164–168. URL: <https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/294> (Last accessed: 11.05.2025).

11. Siemieniak M. Modern digital technologies of industry 4.0. *European research studies journal*. 2021. Vol. XXIV, Special Issue 5. P. 680–696. URL: <https://doi.org/10.35808/ersj/2791> (Last accessed: 11.05.2025).

12. Gartner Forecasts Worldwide IT Spending to Grow 8 % in 2024. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-10-18-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-8-percent-in-2024> (Last accessed: 11.05.2025).

13. Global Cybersecurity Index 2020. International Telecommunication Union (ITU), 2021. 144 p. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Pages/global-cybersecurity-index.aspx> (Last accessed: 11.05.2025).

14. State of AI Report 2023. AI Index, Stanford University, 2023. 180 p. URL: <https://aiindex.stanford.edu/report/> (Last accessed: 11.05.2025).

15. Digital Economy and Society Index (DESI) 2023. European Commission, Brussels, 2023. 200 p. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (Last accessed: 11.05.2025).

16. OECD Digital Economy Outlook 2022. OECD Publishing, Paris, 2022. 336 p. URL: <https://www.oecd.org/en/topics/digital.html> (Last accessed: 11.05.2025).

17. Digital Decade Policy Programme 2030: Regulation (EU) 2022/2484 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022R2484> (Last accessed: 11.05.2025).

18. Cisco Annual Internet Report (2018–2023). Cisco Systems, 2020. 60 p. URL: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/index.html> (Last accessed: 11.05.2025).

19. On the National Informatization Program : Law of Ukraine of 04.02.1998 № 74/98-VR. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/98-вр> (Last accessed: 11.05.2025).

20. National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020. Public Law No. 116–283, Division E, United States Congress. URL: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/6216/text> (Last accessed: 11.05.2025).

21. The Global Risks Report 2023. 18th ed. World Economic Forum, Geneva, 2023. 122 p. URL: <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023> (Last accessed: 11.05.2025).