

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-56-34>

УДК 330.004

Регада Юрій Олександрович<sup>1</sup>, магістр

<https://orcid.org/0009-0009-4375-4738>

Регада Валерій Олександрович<sup>2</sup>, магістр

<https://orcid.org/0009-0007-9469-6545>

<sup>1</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

<sup>2</sup> Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна

## ВПЛИВ ЦИФРОВОЇ ЕВОЛЮЦІЇ НА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

**Регада Ю.О., Регада В.О. Вплив цифрової еволюції на інформаційні технології.** У статті досліджено вплив цифрової еволюції на інформаційні технології. Наголошено, що процеси глобалізації, які стали реальністю в сучасному світі і, як наслідок, формування постіндустріальної економіки були зумовлені переходом від третьої до четвертої інформаційної революції, що триває нині, прийнятої називати революцією інформаційних технологій, від автоматизованої обробки інформації до її комп'ютерного подання в результаті застосування мікропроцесорної техніки, комплексу технічних та програмних засобів, використаних для побудови різних мікропроцесорних пристроїв та систем, що стали основою для створення персональних комп'ютерів та інформаційно-комунікаційної мережі та всесвітньої системи об'єднаних комп'ютерних мереж Інтернету для забезпечення інформаційного обміну в глобальному масштабі. Підкреслено, що цифрова революція викликає трансформацію культури людини завдяки застосуванню нових технологічних можливостей, що дозволяють створювати віртуальні світи та удосконалювати технології доповненої реальності для доповнення навколишнього світу цифровими даними в режимі реального часу за допомогою спеціальних пристроїв. Зазначається, що інформаційно-цифрова революція впливає на структурні зміни економіки. На сьогодні всі види діяльності людини піддаються впливу цифрової революції, на очах відбувається розвиток комплексу інформаційно-комунікаційних технологій, стрімке поширення яких сприяє активному науково-технічному прогресу в мікроелектроніці. Відповідно до закону Мура у мікроелектроніці відбувається скорочення вартості одиниці обчислювальної потужності та операції. Наголошується, що нині суспільство перебуває у стані перехідного періоду до нового технологічного укладу, який входить у фазу свого зростання. Ядром сучасного технологічного укладу виступають ІКТ, адитивні технології, біоінженерія та нанотехнології. Ключовими факторами розвитку нового технологічного укладу є інформаційні технології, в основі яких лежать знання щодо елементарних структур матерії, удосконалення алгоритмів обробки та передачі даних у фундаментальних дослідженнях.

**Ключові слова:** цифрові технології, еволюція, генезис, інформаційні технології, трансформація, вдосконалення

**Iurii Regeda, Valerii Reheda. The impact of digital evolution on information technologies.** The article examines the impact of digital evolution on information technologies. It is emphasized that the processes of globalization, which have become a reality in the modern world and, as a result, the formation of a post-industrial economy, were determined by the transition from the third to the fourth information revolution, which is currently underway, called the revolution of information technologies, from automated processing of information to its computer presentation as a result of the application of microprocessor technology, a complex of technical and software tools used to build various microprocessor devices and systems, which became the basis for the creation of personal computers and the information and communication network and the worldwide system of unified computer networks of the Internet to ensure information exchange on a global scale. It is emphasized that the digital revolution causes the transformation of human culture due to the application of new technological capabilities that allow creating virtual worlds and improving augmented reality technologies to supplement the surrounding world with digital data in real time using special devices. It is noted that the information and digital revolution affects structural changes in the economy. Today, all types of human activity are affected by the digital revolution, the development of a complex of information and communication technologies is taking place before our eyes, the rapid spread of which contributes to active scientific and technical progress in microelectronics. According to Moore's law, the cost of a unit of computing power and operation is decreasing in microelectronics. It is emphasized that society is currently in a state of transition to a new technological order, which is entering its growth phase. ICT, additive technologies, bioengineering and nanotechnologies are the core of the modern technological system. The key factors in the development of a new technological system are information technologies, which are based on knowledge about the elementary structures of matter, improvement of processing algorithms and data transmission in fundamental research.

**Key words:** digital technologies, evolution, genesis, information technologies, transformation, improvement

**Вступ та постановка проблеми дослідження.** Цифрова еволюція означає поступове вдосконалення та трансформацію цифрової технології та системи, завдяки прогресу в обчислювальній потужності, обробці даних, мережі та штучному інтелекту. Цей еволюційний процес глибоко впливає на різні аспекти: комп'ютерну науку та інформаційні технології, переформування галузі, введення інновацій та трансформацію суспільних взаємодій. У дискусіях про цифровий прогрес ця тенденція підкреслює прогрес технології та впровадження нових технологій таких, як великі дані та підключені пристрої. По суті, впроваджуються інновації та здійснюється модернізація з метою підвищення ефективності.

Метою цифрової еволюції є покращення поточних операцій шляхом використання цифрових технологій. Наголошуючи на кінцевих цілях і причинах, що стоять за змінами, модель ще раз підтверджує початковий намір цифрових технологій перетворення. У результаті підхід стає

більш поетапним і поступовим, виникає мета впровадження змін, які можна легко включити в поточний стан організації. Ці зміни спрямовані на відчутне збільшення загальної вартості бізнесу, продуктивності та ефективності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Формулювання наукової думки в окресі цифрової еволюції є різномірним та масштабним. У сучасній науковій площині з'являються роботи присвячені дослідженням сучасних методів впливу цифрової еволюції на інформаційні технології сьогодення. У [1] В. Семанюк та Н. Мельник вивчили вплив технологій на інформаційне середовище бізнесу, та розкрили розуміння того, яким чином інформаційні технології змінюють роботу бухгалтерів. Змоделивали інформаційне середовище бізнесу на різних рівнях господарювання за умови впровадження новітніх інформаційних технологій та принципів діджиталізації. Довели необхідність зміни методології обліку в умовах п'ятої промислової революції та зміну основних принципів облікової теорії. У роботі [2] виділені та охарактеризовані два основні підходи до цифрових трансформацій, а саме еволюційний та революційний. Вивчення особливостей еволюції та особливостей якісно-кількісних змін у системі соціально-економічних відносин дало змогу виділити чотири основні етапи цифрових трансформацій у світі. На засадах дослідження особливостей еволюції цифрових трансформацій в статті автором виділені головні чинники розвитку цифрової економіки. А саме, цифрові фінанси, соціальні мережі, цифрова ідентифікація і кібербезпека, великі обсяги даних та мобільність до їх доступу, інтеграція декількох систем управління та організації економічної діяльності, можливість колаборації ведення офлайн та онлайн бізнесу. У [3] визначено, що на формування інформаційних прав впливає низка факторів, визначальним серед яких є інформатизація суспільного життя, що призводить до формування глобального інформаційного суспільства. Досліджено позитивні та негативні моменти впровадження цифрових трансформацій у повсякденне життя. Із зарубіжних авторів варто відмітити роботи таких науковців як: Узвишин Раймонд [4], Чернічко Тетяна, Козик Ірина [5], Гу Веньцзюнь, Ван Цзіньхуа, Чжан Юньці, Лян Шаолінь, Ай Цзишен, Лі Цзію [6], Ніса Хойрун, Мубарок Хусні [7], Жую Марія, Рагнедда [8], Лаворато Доменіка, П'єдепалумбо Пальміра, Бонсон Енріке, Беднарова Мікаела [9], Вінн Мартін, Льяс Джанат, Іслейен Омер, Брюнтруп Хенрік, Метін Білгін [10], Харалайя д-р, Махешварі д-р, Кумар Хумнекар д-р, Прабхакар Доктор Н. Манодж [11], Бансал Дів'я, Бхаттачарья Набошрі, Шанділья Рріанка [12] та інших.

Однак незважаючи на масштабність наукових досліджень питання дослідження впливу цифрової еволюції на інформаційні технології є актуальним та потребує подальшого дослідження.

**Метою роботи** є дослідження впливу цифрової еволюції на інформаційні технології.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Численні переваги, які надає цифрова революція, можуть повністю змінити те, як компанії працюють, взаємодіють із клієнтами та досягають успіху в довгостроковій перспективі. Якщо порівняти стратегію цифрової трансформації «все або нічого» з поступовим підходом цифрової еволюції, цей підхід пропонує більш практичний, методичний підхід до підвищення продуктивності та створення цінності. Поступові вдосконалення стали можливими завдяки цифровій еволюції, що дозволяє організаціям тестувати нові технології, процедури та методології в меншому масштабі перед їх повним впровадженням. Цей метод внесення невеликих поступових змін зменшує ризик і полегшує вимірювання їх ефекту. Завдяки цифровій еволюції, що дозволяє компаніям швидко пристосовуватися до змін на ринку, вимог клієнтів або тиску конкурентів без необхідності кожного разу проходити повне оновлення, цифрова еволюція сприяє гнучкості. Починати з нуля може бути дорого, як у фінансовому плані, так і з точки зору використаних ресурсів. Цифрова еволюція, з іншого боку, зосереджена на оптимізації поточних процедур і систем для різкого зниження витрат на впровадження. Крім того, це дозволяє підприємствам отримати максимальну віддачу від своїх поточних інвестицій. Співробітники можуть уникнути необхідності адаптуватися до абсолютно нових платформ, що часто призводить до опору або зниження продуктивності, шляхом вдосконалення поточних систем і процесів. Крім того, вони можуть продовжувати використовувати ті самі інструменти та отримувати переваги від невеликих, але постійних покращень, які сприятимуть їхньому залученню та задоволенню роботою. Здатність миттєво пристосовуватися до споживчих уподобань і тенденцій ринку стала можливою завдяки еволюції цифрових технологій. Це дозволяє компаніям постійно впроваджувати інновації, орієнтовані на потреби клієнтів, покращуючи взаємодію з користувачами та зміцнюючи лояльність клієнтів. Поступове впровадження змін дає змогу здійснювати моніторинг у режимі реального часу та здійснювати швидкі коригування, що допомагає ранньому виявленню та зменшенню ризиків. Порівняно з трансформаціями типу «все або нічого», які наражають організації на значні ризики,

цей адаптивний підхід набагато кращий. Організації можуть легше інтегрувати нові технології та методи в міру їх появи, використовуючи еволюційний підхід до цифрових технологій, що усуває потребу в черговій повній переробці. Це полегшує збереження переваги над конкурентами та адаптацію до мінливих вимог ринку.

Цифрова еволюція охоплює кілька ключових компонентів, які спільно рухають технологічний прогрес:

Розвиток обчислювальної потужності. У листопаді 1971 року Intel 4004 став першим у світі однокристальним мікропроцесором з 2300 транзисторами та 60 000 командами в секунду. Відтоді спостерігається експоненціальне зростання обчислювальної потужності відповідно до закону Мура, який, стверджує, що кількість транзисторів у щільній інтегральній схемі подвоюється приблизно кожні два роки. Прогрес у галузі апаратного забезпечення уможливив і прискорив дослідження та застосування в усіх галузях науки й техніки. Сучасні чіпи мікропроцесорів використовують мільярди транзисторів, містять кілька процесорних ядер на одному кристалі, працюють на тактовій частоті гігагерц і пропонують у 4 мільйони разів більшу продуктивність, ніж оригінальний 4004, і межі обчислювальної техніки продовжують швидко розширюватися у все більш творчих додатках, особливо в медицині, мобільних і хмарних технологіях. Але всьому має прийти кінець. У березні 2015 року Гордон Мур передбачив, що темпи розвитку апаратного забезпечення досягнуть насичення. В очікуванні такої можливості багато інженерів-електриків почали досліджувати нові типи конструкцій і матеріалів для апаратного забезпечення комп'ютерів. Незважаючи на те, що ці технології є перспективними, вони все ще перебувають у зародковому стані. Наприклад, квантова електроніка, яка вивчає поведінку електронів у речовині та їхню взаємодію з фотонами, стикається з серйозними проблемами, коли обчислювальні та архітектурні моделі апаратного забезпечення ще недоступні. В останні десятиліття зріс інтерес до GPU обчислень, які використовують вбудовані GPU для обробки паралельних обчислень. Можливо, є можливість повторити закон Мура, сказавши, що кількість графічних процесорів подвоюється кожні два роки. Незалежно від того, чи Закон Мура продовжує діяти в його поточному стані чи розвиватиметься далі, можна з упевненістю сказати, що вдосконалення ефективності обладнання зрештою припиниться. Проте кількість нових обчислювальних методів і застосувань зростає в геометричній прогресії – найбільші досягнення в обчислювальній техніці ще попереду.

Спочатку сформульований Гордоном Муром, Закон Мура стверджує, що кількість транзисторів на мікрочіпі подвоюється приблизно кожні два роки, що призводить до експоненціального зростання обчислювальної потужності. Незважаючи на те, що останніми роками закон Мура сповільнився, він історично сприяв значному прогресу в обчислювальній потужності, дозволяючи розробляти більш потужні та компактні пристрої. У 1965 році Гордон Мур припустив, що приблизно кожні два роки кількість транзисторів на мікросхемах буде подвоюватися. Це явище, яке зазвичай називають законом Мура, свідчить про те, що з часом обчислювальний процес стане значно швидшим, меншим і ефективнішим. Закон Мура, який широко вважається однією з головних теорій 21 століття, має значні наслідки для майбутнього технологічного прогресу разом із можливими обмеженнями. Закон Мура безпосередньо вплинув на прогрес обчислювальної потужності, поставивши перед виробниками чіпів мету. У 1965 році Мур передбачив, що до 1975 року на мікросхемі буде 65 000 транзисторів. У 2025 році виробники мікросхем зможуть розмістити 50 мільярдів транзисторів на мікросхемі розміром з ніготь.

### **Квантові обчислення.**

Одна з галузей інформатики, яка застосовує ідеї квантової теорії, називається квантовим обчисленням. Поведінка матерії та енергії на атомному та субатомному рівнях пояснюється квантовою теорією. Субатомні частинки, такі як електрони та фотони, використовуються в квантових обчисленнях. Ці частинки можуть існувати в більш ніж одному стані (тобто 1 і 0) одночасно завдяки квантовим бітам або кубітам. Теоретично пов'язані кубіти мають здатність «виконувати обчислення, які інакше могли б зайняти мільйони років, використовуючи інтерференцію між їхніми хвилеподібними квантовими станами.

Сучасні класичні комп'ютери кодуєть інформацію в бітах, використовуючи двійковий потік електричних імпульсів (1 і 0). На відміну від квантових обчислень, це обмежує їхню обробну здатність. Квантові обчислення представляють собою зміну парадигми обчислювальної потужності. Використовуючи принципи квантової механіки, квантові комп'ютери використовують кубіти, які можуть існувати в кількох станах одночасно, пропонуючи потенціал для вирішення складних проблем набагато ефективніше, ніж класичні комп'ютери. Недавні прориви таких компаній, як ІВМ

і Google, підкреслюють потенціал квантових обчислень для революції в таких сферах, як криптографія, матеріалознавство та відкриття ліків.

### **Нейроморфні обчислення**

Нейроморфне обчислення прагне імітувати ефективність мозку в обробці інформації. Цей підхід використовує спеціалізоване обладнання, призначене для імітації нейронної та синаптичної активності, що забезпечує більш ефективні та потужні обчислення для завдань, пов'язаних із розпізнаванням образів та адаптивним навчанням. Важливі обчислювальні завдання, такі як сприйняття та прийняття рішень, отримують значну користь від застосування нейроморфних обчислень. Реалізації нейронних мереж у програмному забезпеченні та спеціалізованому апаратному забезпеченні досягли великих успіхів, але вони все ще на порядки менш енергоефективні, ніж людський мозок.

Нейроморфні обчислення дають змогу штучному інтелекту (ШІ) навчатися та приймати рішення більш незалежно, ніж це було б з ШІ першого покоління. Нейроморфні системи в даний час поглинені глибоким навчанням відчуття і сприйняття здібностей необхідні для складних стратегічних ігор, таких як шахи, а також для розпізнавання мовлення. Замість того, щоб просто працювати на основі шаблонних алгоритмів, ШІ наступного покоління зможе інтерпретувати ситуації та адаптуватися до них, як це робить людський мозок.

Остання фаза технології штучного інтелекту спрямована на повторення складної системи нервових клітин людського мозку. Щоб досягти цього, ШІ повинен обробляти та досліджувати дані, які не впорядковані, відповідно до ефективності біологічного мозку. Людський мозок може споживати лише 20 Вт енергії та працювати краще, ніж найпотужніші комп'ютери, демонструючи свою надзвичайну ефективність. ШІ-версія мережі зв'язків мозку відома як імпульсні нейронні мережі (SNN). Ці штучні нейрони організовані в шари, і кожен імпульсний нейрон може працювати сам по собі та взаємодіяти з іншими, ініціюючи низку змін у реакції на сигнали.

Більшість нейронних мереж штучного інтелекту структуровано навколо архітектури фон Неймана, яка включає окремі блоки пам'яті та обробки. В даний час комп'ютери обмінюються інформацією, витягуючи дані з пам'яті, передаючи їх до блоку обробки, обробляючи дані, а потім повертаючи їх у пам'ять. Цей процес обміну займає багато часу та енергії, що призводить до ефекту вузького місця, який стає більш вираженим при роботі з великими обсягами даних.

Розробка нанорозмірних мемристивних пристроїв, також відомих як мемристори, викликала аналогову революцію. Ці пристрої відкривають двері для створення нейроморфних пристроїв, здатних виконувати складні обчислення в масштабі та на місці. Мемристори діють як перемикачі пам'яті, зберігаючи інформацію про їхній опір чи провідність і регулюючи свою провідність на основі історії програмування, навіть якщо живлення втрачено. Ця здатність імітувати синапси людини є їхньою ключовою функцією.

### **Алгоритми та штучний інтелект. Машинне та глибоке навчання**

У популярній культурі термін «штучний інтелект» часто використовується для позначення будь-якого виду розумної машини. Глибоке навчання, машинне навчання та штучний інтелект насправді є різними поняттями з дещо різним значенням.

Машинне навчання належить до сфери штучного інтелекту. Глибоке навчання, з іншого боку, є спеціалізованою сферою машинного навчання. По суті, кожен екземпляр глибокого навчання також є формою машинного навчання, і всі форми машинного навчання класифікуються як штучний інтелект. Однак важливо зазначити, що не всі підходи до штучного інтелекту включають методи машинного навчання.

Ці підмножини штучного інтелекту зосереджені на створенні систем, які вивчають дані, щоб робити прогнози чи приймати рішення. Машинне навчання охоплює різноманітні алгоритми, тоді як глибоке навчання спеціально використовує нейронні мережі з кількома рівнями для досягнення високої точності в таких завданнях, як розпізнавання зображень і мови, обробка природної мови та прогнозна аналітика.

Глибоке навчання, підгрупа машинного навчання, використовує штучні нейронні мережі для обробки та аналізу даних. Ці мережі складаються з обчислювальних вузлів, упорядкованих шарами в рамках алгоритмів глибокого навчання, причому кожен рівень містить вхідний рівень, вихідний рівень і приховані шари. Навчальні дані подаються в нейронну мережу, полегшуючи навчання алгоритму та покращуючи точність. Коли нейронна мережа складається з трьох або більше рівнів, вона кваліфікується як «глибока», звідси термін глибоке навчання.

Машинне навчання, підмножина штучного інтелекту, дозволяє системам автономно навчатися та вдосконалюватися без явного програмування. Він покладається на розпізнавання шаблонів у даних, щоб робити прогнози, коли нові дані вводяться в систему.

### **Еволюційні алгоритми (EA)**

Еволюційні алгоритми (EA) позначають категорію методів стохастичної оптимізації, які імітують природний процес еволюції. Їх зародження датується кінцем 1950-х років, а з 1970-х років з'явилися різні еволюційні методології, включаючи генетичні алгоритми, еволюційне програмування та стратегії еволюції. Усі ці методи працюють на наборі потенційних рішень, які зазнають модифікацій на основі фундаментальних принципів еволюції: відбору та варіації.

Відбір відображає конкуренцію за ресурси, яка спостерігається в природі, де особини з вигідними рисами мають вищі шанси на виживання та розмноження. У EA цей природний процес відбору відтворюється через механізми стохастичного відбору. Кожне рішення в межах набору оцінюється, і йому присвоюються скалярні значення відповідності, що визначає ймовірність їх відтворення. Принцип варіації, з іншого боку, імітує здатність природи створювати нові особини шляхом рекомбінації та мутації.

Незважаючи на свої прості принципи, еволюційні алгоритми продемонстрували надзвичайну ефективність. Крім того, вони відмінно справляються з багатоцільовими завданнями оптимізації, оскільки можуть ідентифікувати кілька оптимальних рішень в рамках одного прогону моделювання та використовувати подібність рішень шляхом рекомбінації.

Великі дані та аналітика даних. Генерація та зберігання даних є фундаментальними аспектами управління та ефективного використання інформації в різних сферах, включаючи бізнес, дослідження та технології. У цифрову епоху стався вибух у створенні даних із таких джерел, як соціальні мережі, пристрої Інтернету речей (IoT) і наукові дослідження. Управління цією величезною кількістю даних вимагає вдосконалених рішень для зберігання даних, включаючи розподілені бази даних, хмарне сховище та твердотільні накопичувачі (SSD). Генерація даних стосується процесу створення, збору або отримання даних для аналізу, прийняття рішень та інших цілей. Вона включає різні методи та джерела, зокрема:

Датчики та пристрої: багато пристроїв, як-от датчики Інтернету речей, переносні пристрої та системи моніторингу, постійно генерують дані, збираючи інформацію з навколишнього середовища або взаємодії користувачів. Цифрові платформи: онлайн-платформи, соціальні медіа, веб-сайти електронної комерції та програми генерують величезні обсяги даних завдяки взаємодії користувачів, транзакціям, клікам і пошукам. Симуляції та моделі: дані можна генерувати за допомогою моделювання, експериментів або обчислювальних моделей для вивчення складних систем, прогнозування результатів або перевірки гіпотез у контрольованому середовищі.

Зовнішні джерела: організації можуть отримувати дані зі сторонніх джерел, таких як публічні бази даних, постачальники даних і API, щоб збагатити свої набори даних або доповнити внутрішні дані. Зберігання даних включає зберігання та організацію даних у структурований спосіб для забезпечення доступності, надійності та масштабованості.

У дослідженнях процедури обробки та аналізу даних охоплюють збір, упорядкування та оцінку даних, щоб отримати значущі ідеї та зробити висновки. Дослідники використовують різноманітні інструменти та методи для обробки та аналізу даних, розроблені для вирішення конкретних дослідницьких питань і цілей. Вкрай важливо, щоб дані, зібрані в результаті експериментів, записів і опитувань, були точними та повними перед подальшою обробкою. Методи статистичного машинного навчання можна застосовувати для аналізу багатовимірних даних, ідентифікації відповідних шаблонів або каналів у детекторі для обробки даних аналізу невідомих зразків.

### **Інтернет речей (IoT)**

Інтернет речей (IoT) означає мережу з мільярдів фізичних пристроїв по всьому світу, які підключені до Інтернету, постійно збираючи та обмінюючись даними.

Прорив стався завдяки розробці недорогих та енергоефективних процесорів, які зробили економічно ефективним підключення мільярдів пристроїв. Впровадження тегів RFID – малопотужних чіпів, здатних до бездротового зв'язку – частково вирішило проблему. Крім того, широка доступність широкопasmового Інтернету, стільникового зв'язку та бездротових мереж ще більше полегшила це підключення. Прийняття IPv6, який надає величезну кількість IP-адрес, також мало вирішальне значення для масштабування IoT, гарантуючи, що кожен пристрій може мати унікальний ідентифікатор.

Інтернет речей (IoT) генерує величезну кількість даних із різних джерел, включаючи датчики, підключені до обладнання, монітори навколишнього середовища та навіть команди, які надходять розумним колонкам. Це величезне покоління даних позиціонує IoT як важливий двигун аналітичних проектів великих даних, що дозволяє компаніям створювати та аналізувати великі набори даних.

Зокрема, IoT налаштований на передачу значних обсягів даних у режимі реального часу. За оцінками Cisco, до 2026 року міжмашинні з'єднання, що підтримують додатки IoT, становитимуть більше половини із 27,1 мільярда пристроїв і з'єднань і становитимуть 5% глобального IP-трафіку. Пристрої IoT використовують різні методи підключення та обміну даними, переважно покладаються на бездротове підключення.

Одним із значних напрямків зростання в найближчі роки стане використання мереж 5G для підтримки проектів IoT. Технології 5G можуть обслуговувати до одного мільйона пристроїв на квадратний кілометр, дозволяючи розгортати численні датчики на обмеженій території та полегшуючи масштабні промислові додатки IoT. Великобританія розпочала випробування 5G та IoT на двох «розумних фабриках». Однак широке впровадження 5G може зайняти час.

З розвитком IoT ймовірною тенденцією буде зменшення обсягу даних, які надсилаються в хмару для обробки. Щоб зменшити витрати, більше даних можна обробляти на самому пристрої, повертаючи лише важливу інформацію назад у хмару – стратегія, відома як «граничні обчислення». Цей підхід вимагатиме нових технологій, таких як захищені від несанкціонованого доступу периферійні сервери, здатні збирати та аналізувати дані віддалено з хмари або корпоративних центрів обробки даних.

Оскільки вартість датчиків і комунікаційних технологій продовжує знижуватися, інтеграція більшої кількості пристроїв в IoT стає все більш рентабельною, навіть якщо безпосередні переваги для споживачів неочевидні. Наразі розгортання IoT перебуває на ранніх стадіях, і більшість компаній все ще перебувають на пробній стадії. Це значною мірою тому, що основні технології – сенсорні технології, 5G і аналітика на основі машинного навчання – все ще знаходяться на відносно ранніх стадіях розробки.

Існує велика кількість конкуруючих платформ і стандартів, і різноманітні постачальники, включаючи виробників пристроїв, компанії програмного забезпечення та оператори мереж, змагаються за частку ринку. Відсутність стандартів і постійні проблеми з безпекою свідчать про те, що найближчими роками є можливість побачити більш значні порушення безпеки IoT. Оскільки кількість підключених пристроїв продовжує збільшуватися, житлові та робочі середовища будуть заповнюватися розумними продуктами, за умови, що користувачі готові прийняти відповідні компроміси щодо безпеки та конфіденційності.

**Висновки.** У роботі досліджено вплив цифрової еволюції на інформаційні технології. Цифрова еволюція – це трансформаційна сила, яка змінює кожен аспект комп'ютерної науки та інформаційних технологій. Збільшуючи обчислювальну потужність, удосконалюючи алгоритми, покращуючи аналітику даних і сприяючи кращому підключенню та кібербезпеці, цифрова еволюція сприяє технологічним досягненням, які підвищують продуктивність, інновації та суспільний добробут. Прийняття та спрямування цифрової еволюції матиме вирішальне значення для максимізації її переваг і вирішення викликів. Розвиток обчислювальної потужності став наріжним каменем цифрової революції, що сприяє прогресу в усіх сферах комп'ютерної науки та інформаційних технологій. Від винаходу транзистора до квантових обчислень кожен стрибок у обчислювальних можливостях відкривав нові можливості та змінював спосіб життя.

#### Список використаних джерел

1. Семанюк В., Мельник Н. Вплив цифрових технологій на інформаційне середовище бізнесу в умовах п'ятої промислової революції. *Вісник економіки*. 2022. Вип. 3. С. 203–212. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2022.03.203>.
2. Голобородько А. Соціально-економічні передумови та чинники розвитку цифрових трансформацій економіки. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 4. С. 125–130.
3. Андрущенко О. П. Вплив цифровізації на ціннісні пріоритети розвитку прав людини. *Інформація і право*. 2023. № 4. С. 106–115. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001465452>.
4. Uzwyshyn Raymond. Three Significant New Technology Trends in Academic Library Research Infrastructures. 2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.33135.44968.

5. Chernychko Tetiana, Kozyk Iryna. The evolution of human capital management and HR technologies in the digital economy. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2024. № 9. P. 29-33. DOI: 10.36887/2415-8453-2024-1-4.
6. Gu Wenjun, Wang Jinhua, Zhang Yunqi, Liang Shaolin, Ai Zisheng, Li Jiyu. Evolution of Digital Health and Exploration of Patented Technologies (2017-2021): Bibliometric Analysis. *Interactive journal of medical research*. 2024. № 13. e48259. DOI: 10.2196/48259.
7. Nisa Khoirun, Mubarak Husni. How the Evolution and Track of Several Digital Technologies in Science Education?. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*. 2024. P. 113-128. DOI: 10.26740/jpps.v13n2.p113-128.
8. Ruiu Maria, Ragnedda Massimo. From Poverty to Digital Poverty. 2024. DOI: 10.1007/978-3-031-56184-9\_2.
9. Lavorato Domenica, Piedepalumbo Palmira, Bonsón Enrique, Bednarova Michaela. Digital Accounting Information Systems to drive sustainability in organizations. 2024.
10. Wynn Martin, Ilyas Janat, Isleyen Omer, Brüntrup Henrik, Metin Bilgin. Digital Technologies Research and Application Reassessing Critical Success Factors for ERP Implementation in the Digital Era. *Digital Technologies Research and Applications*. 2024. № 3. P. 140–154. DOI: 10.54963/dtra.v3i2.297.
11. Haralayya Dr, Maheswari Dr, Kumar Akshay, Humnekar Dr, Prabhakar Dr, N Manoj. Impact Of AI And Blockchain Technology In The Growth Of Digital HRM Transformation As A Function Of Management. *Educational Administration Theory and Practice journal*. 2024. № 30. P. 1685-1693. DOI: 10.53555/kuey.v30i4.1730.
12. Bansal Divya, Bhattacharya Naboshree, Shandilya Priyanka. Digital entrepreneurship and its transformative impacts on business and Society. 2024. DOI: 10.4018/979-8-3693-1734-1.

### References

1. Semanyuk V., Melnyk N. (2022). Vplyv tsyfrovyyh tehnologij na informaciyne seredovysche biznesu v umovah p'yatoyi promyslovoyi revolyuciyi [Influence of digital technologies on the information environment of business in the conditions of the fifth industrial revolution]. *Visnyk ekonomiky – Bulletin of Economics*, Vyp. 3, S. 203–212. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2022.03.203>. [in Ukrainian]
2. Goloborodko A. (2022). Social'no-ekonomichni peredumovy ta chynnyky rozvytku cyfrovyyh transformacij ekonomiky [Socio-economic prerequisites and factors of digital transformations of the economy]. *Visnyk Khmel'nyc'kogo nacional'nogo universytetu – Bulletin of Khmelnytsky National University*, № 4, S. 125-130. [in Ukrainian]
3. Andrushchenko O. P. (2023). Vplyv cyfrovizaciyi na cinnisni pryorytety rozvytku prav lyudyny [The impact of digitalization on the value priorities of human rights development]. *Informaciya i pravo – Information and Law*, № 4, S. 106-115. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001465452>. [in Ukrainian]
4. Uzwyshyn Raymond. (2024). Three Significant New Technology Trends in Academic Library Research Infrastructures. DOI: 10.13140/RG.2.2.33135.44968.
5. Chernychko Tetiana, Kozyk Iryna. (2024). The evolution of human capital management and HR technologies in the digital economy. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, № 9, R. 29-33. DOI: 10.36887/2415-8453-2024-1-4.
6. Gu Wenjun, Wang Jinhua, Zhang Yunqi, Liang Shaolin, Ai Zisheng, Li Jiyu. (2024). Evolution of Digital Health and Exploration of Patented Technologies (2017-2021): Bibliometric Analysis. *Interactive journal of medical research*, № 13, e48259. DOI: 10.2196/48259.
7. Nisa Khoirun, Mubarak Husni. (2024). How the Evolution and Track of Several Digital Technologies in Science Education?. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, R. 113-128. DOI: 10.26740/jpps.v13n2.p113-128.
8. Ruiu Maria, Ragnedda Massimo. (2024). From Poverty to Digital Poverty. DOI: 10.1007/978-3-031-56184-9\_2.
9. Lavorato Domenica, Piedepalumbo Palmira, Bonsón Enrique, Bednarova Michaela. (2024). Digital Accounting Information Systems to drive sustainability in organizations.
10. Wynn Martin, Ilyas Janat, Isleyen Omer, Brüntrup Henrik, Metin Bilgin. (2024). Digital Technologies Research and Application Reassessing Critical Success Factors for ERP Implementation in the Digital Era. *Digital Technologies Research and Applications*, № 3, R. 140–154. DOI: 10.54963/dtra.v3i2.297.
11. Haralayya Dr, Maheswari Dr, Kumar Akshay, Humnekar Dr, Prabhakar Dr, N Manoj. (2024). Impact Of AI And Blockchain Technology In The Growth Of Digital HRM Transformation As A Function Of Management. *Educational Administration Theory and Practice journal*, № 30, R. 1685-1693. DOI: 10.53555/kuey.v30i4.1730.
12. Bansal Divya, Bhattacharya Naboshree, Shandilya Priyanka. (2024). Digital entrepreneurship and its transformative impacts on business and Society. DOI: 10.4018/979-8-3693-1734-1.