https://orcid.org/0000-0002-5080-1856

УДК 004.9

Ю.М. ЛИСЕЦЬКИЙ*

ВЕЛИКІ ДАНІ: ВИНИКНЕННЯ, РОЗВИТОК І ПЕРСПЕКТИВИ

*ТОВ «ЕС ЕН ТІ УКРАЇНА», м. Київ, Україна

Анотація. *Стаття присвячена дослідженню великих даних як технологічного явища, витокам його виникнення, розвитку та перспективам. Наведено, що поняття «великі дані» формувалося поступово, відображаючи зростання обчислювальних можливостей і ускладнення інформаційного середовища. Цей процес відбувався у двох паралельних напрямах: в індустрії — із середини 1990-х років, а також в академічному середовищі. Аналітик Дуглас у 2001 році ввів концепцію «трьох V» — Volume (обсяг), Velocity (швидкість) і Variety (різноманітність), яка стала основоположною для розуміння великих даних і досі є базовою у більшості наукових та практичних визначень. Пізніше науковці запропонували розширені моделі: Veracity (достовірність), Value (цінність), Complexity (складність). Розглянуто розвиток великих даних, які умовно можна поділити на кілька ключових етапів, кожен з яких ознаменований технологічними досягненнями, що розширювали можливості збору, зберігання та аналізу інформації. Показано, що феномен великих даних несе із собою як широкі можливості, так і суттєві складнощі, що стосуються технічного, організаційного, правового та етичного вимірів. Серед нових можливостей слід відзначити здатність виявляти приховані закономірності в масштабах, недоступних традиційним методам; можливість персоналізації послуг на основі поведінкових профілів; прискорення наукових відкриттів завдяки аналізу великих наборів даних у геноміці, кліматології та астрофізиці; підвищення ефективності управлінських рішень у бізнесі та державному управлінні. Висвітлено зв'язок великих даних з іншими перспективними технологіями, зокрема штучним інтелектом, інтернетом речей, хмарними обчисленнями, блокчейн-технологіями та можливості застосування у державному та приватному секторах. Визначено перспективи розвитку великих даних на наступні роки, які є надзвичайно широкими: стрімке зростання обсягів ринку, поглиблення інтеграції зі штучним інтелектом, розширення периферійних обчислень та демократизація аналітичних інструментів, що забезпечить новий рівень ефективності прийняття рішень у всіх сферах людської діяльності.*

Ключові слова: *великі дані, технологія, концепція, аналіз, штучний інтелект, хмарні обчислювання, квантові обчислювання, інтернет речей.*

Abstract. *The article is devoted to the study of big data as a technological phenomenon, its origins, development, and prospects. It is noted that the concept of «big data» developed gradually, reflecting the growth of computing capabilities and the increasing complexity of the information environment in two parallel streams: in industry in the mid-1990s and in the academic environment. In 2001, analyst Douglas Laney introduced the concept of the «three Vs» (Volume, Velocity, and Variety) which became fundamental to understanding big data and remains the basis for most scientific and practical definitions. Later, researchers proposed several expanded models, namely Veracity, Value, and Complexity. The development of big data is examined and can be roughly divided into several key stages, each marked by technological advances that expanded the capabilities for collecting, storing, and analyzing information. It is shown that the phenomenon of big data brings with it both broad opportunities and significant challenges related to technical, organizational, legal, and ethical dimensions. Among the new opportunities, the following should be noted: the ability to identify hidden patterns on a scale inaccessible to traditional methods; the possibility of personalizing services based on behavioral profiles; the acceleration of scientific discoveries through the analysis of large datasets in genomics, climatology, and astrophysics; and the improvement of the effectiveness of management decisions in business and public administration. The article highlights the connection between big data and other promising technologies, including artificial intelligence, the Internet of Things, cloud computing, and blockchain technologies, as well as opportunities for their application in the public and private sectors. The prospects for the development of big data*

© Лисецький Ю.М., 2026

ISSN 1028-9763. Математичні машини і системи. 2026. № 3

Стаття знаходиться у відкритому доступі та розповсюджується відповідно до умов ліцензії
Creative Commons Attribution License (CC BY)

in the coming years are identified as extremely broad: rapid market growth, deeper integration with artificial intelligence, the expansion of edge computing, and the democratization of analytical tools, which will ensure a new level of decision-making efficiency in all spheres of human activity.
Keywords: *big data, technology, concept, analysis, artificial intelligence, cloud computing, quantum computing, Internet of Things.*

DOI: 10.34121/1028-9763-2026-3-14-20

1. Вступ

Поняття «Великі дані» («Big Data») виникло не одномоментно, а формувалося поступово, відображаючи зростання обчислювальних можливостей та ускладнення інформаційного середовища. Щоб зрозуміти природу цього явища, необхідно простежити його концептуальні й технологічні витоки, які сягають другої половини XX століття.

Одним із найавторитетніших дослідників питання походження терміна «Big Data» є Ф. Дібольд з університету Пенсильванії. У своїй роботі, опублікованій у журналі Significance (2021 р.), детально проаналізував ранні згадки поняття «Big Data» в академічній та індустріальній літературі [1]. Він встановив, що термін формувався у двох паралельних потоках: в індустрії — через компанію Silicon Graphics Inc. (SGI) у середині 1990-х років і в академічному середовищі — незалежно від SGI. Зокрема, серед перших академічних джерел, що використовували цей термін, Дібольд називає роботу С. Вейса та Н. Індуркг'я. у галузі комп'ютерних наук та власну роботу у галузі статистики та економетрики [2]. Водночас аналітик Дуглас Ланей із компанії META Group у 2001 році ввів концепцію «трьох V» — Volume (обсяг), Velocity (швидкість) і Variety (різноманітність), яка стала основоположною для розуміння великих даних і досі є базовою у більшості наукових та практичних визначень [3].

Паралельно з індустріальним напрямом існує науковий, пов'язаний із поняттям «великої науки» (Big Science). Як зазначають автори статті у журналі Frontiers in Digital Humanities (2017 р.), витоки великих даних пов'язані з формуванням великих наукових архівів: методології великих даних спочатку розвивалися у сферах біологічних наук, кліматології, астрономії та фізики [4]. Проєкт «Геном людини», розпочатий у 1989-му році і завершений у 2001-му, став прикладом масштабної інфраструктури колективного дослідження, яка вимагала нових підходів до зберігання та публікації великих обсягів даних. Відповідно, обробка великих масивів даних потребувала створення нових програмних та апаратних засобів.

Отже, витоки Big Data утворюють два взаємодоповнюючих наративи: «інформаційного потопу» (data deluge) — реакції на несподіваний рясноцвіт даних з інтернету і цифрових мереж та «великої науки» — структурованих зусиль наукової спільноти зі створення масштабних дослідницьких інфраструктур. Обидва наративи вплинули на формування сучасного розуміння феномену великих даних.

Мета статті — дослідити великі дані як технологічне явище, витоки його виникнення, розвиток та перспективи.

2. Історія розвитку Big Data

Розвиток великих даних умовно можна поділити на кілька ключових етапів, кожен з яких ознаменований технологічними досягненнями, що розширювали можливості збору, зберігання та аналізу інформації.

Ще у 1970-му році математик IBM Едгар Кодд (Edgar F. Codd) представив реляційну модель бази даних, яка заклала основи для сучасних систем зберігання інформації [5]. Ця модель надала формальну структуру для організації та доступу до даних, що до того вимагало залучення спеціалістів. Впродовж 1980-х та 1990-х років із поширенням персо-

нальних комп'ютерів і пізніше інтернету обсяги оброблюваних даних почали зростати зі стрімкою швидкістю.

Поворотним моментом став 1989 рік, коли Тім Бернерс-Лі оголосив про World Wide Web [6]. Нова мережа стала не лише засобом комунікації, а й принципово новим джерелом масових структурованих і неструктурованих даних. У бібліографічному дослідженні, опублікованому у журналі Scientometrics (2020 р.), показано, що кількість публікацій із тематики Big Data починає різко зростати лише після 2006–2008-их років, хоча перші академічні роботи з'явилися ще наприкінці 1990-х [7].

2005 рік ознаменувався появою Apache Hadoop — фреймворку з відкритим кодом, розробленим спеціально для зберігання та аналізу великих масивів даних [8]. Hadoop, заснований на парадигмі MapReduce, дав змогу розподілити обробку великих даних між кластерами стандартного серверного обладнання, що зробило великі дані доступними для широкого кола організацій. На цей же час припадають поява Web 2.0 та стрімкий розвиток соціальних мереж, зокрема Facebook, що суттєво розширило масиви генерованих користувачами даних.

У 2008-му році журнал «Wired» опублікував статтю «The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Model Obsolete», яка популяризувала концепцію великих даних серед широкої аудиторії [9]. Тоді ж Ерік Шмідт, генеральний директор компанії Google, заявив, що за два дні тепер генерується стільки даних, скільки людство виробляло від своїх витоків до 2003-го року. У 2011-му році McKinsey Global Institute у доповіді «Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition and Productivity» зафіксував, що середня американська компанія з понад 1000 співробітників зберігає понад 200 терабайт даних [10].

Отже, розвиток Big Data — це сукупність взаємопов'язаних технологічних, економічних і соціальних змін, що підсилювали одне одного. Бібліографічний аналіз публікацій за 2006–2019 роки, здійснений у Scientometrics в 2020-му році, свідчить, що Big Data як поняття є «більш помітним» порівняно з Data Science, що може пояснюватися як широким прийняттям цього терміна, так і інтенсивною цитованістю у багатьох фахових публікаціях.

3. Можливості та складнощі Big Data

Феномен великих даних несе із собою як широкі можливості, так і суттєві складнощі, що стосуються технічного, організаційного, правового та етичного вимірів.

З технічного боку, класичним залишається підхід на основі «трьох V» Ланея: Volume (необхідність зберігати та обробляти петабайти і екзабайти даних), Velocity (вимога обробки потоків у режимі реального часу), Variety (різноманітність форматів — від структурованих баз даних до неструктурованих текстів, зображень та відео). Пізніше науковці запропонували розширені моделі: Veracity (достовірність), Value (цінність), Complexity (складність) [11].

З організаційного боку, дослідження, проведене у Нідерландах і опубліковане у журналі Information Systems Frontiers (2016 р.), показало, що публічні організації технічно здатні використовувати великі дані, однак не отримають значних переваг, якщо такі застосування не відповідають організаційним цілям і завданням. Органи державного управління перебувають на стадії «орієнтації або споглядання» щодо великих даних, відкладаючи рішення через невизначеність власної готовності [12].

Серед нових можливостей слід відзначити здатність виявляти приховані закономірності в масштабах, недоступних традиційним методам; можливість персоналізації послуг на основі поведінкових профілів; прискорення наукових відкриттів завдяки аналізу великих наборів даних у геноміці, кліматології та астрофізиці; підвищення ефективності управлінських рішень у бізнесі та державному управлінні. Огляд у журналі Artificial Intelligence Review (2024 р.) підкреслює, що зростаюча залежність від аналітики великих

даних виявила недостатність традиційних технологій через проблеми масштабованості та продуктивності [13].

Приватність та інформаційне самовизначення громадян залишаються одними з найгостріших викликів. Стаття «Big Data: Opportunities and Privacy Challenges» фіксує, що нові можливості Big Data неминуче породжують нові ризики — суцільного стеження [14], використання персональних даних не за призначенням та труднощі з отриманням осмисленої згоди від суб'єктів даних [15].

4. Зв'язок Big Data з іншими перспективними технологіями

Big Data не існують ізольовано: ця технологія перебуває у щільному взаємозв'язку з іншими ключовими напрямами розвитку інформаційних технологій, утворюючи своєрідну екосистему взаємопосилення.

Найбільш органічним є симбіоз великих даних зі штучним інтелектом (ШІ) та машинним навчанням (МН) [16]. Системний огляд, опублікований у журналі PeerJ Computer Science (2024 р.), підкреслює, що сенсорні мережі та інтернет речей генерують гігантські масиви даних, для аналізу яких потрібні більш ефективні методи з високою точністю — саме такими є методи ШІ, зокрема МН та еволюційні алгоритми [17]. Без великих даних сучасний ШІ втратив би основну «поживу» для навчання; без ШІ великі дані залишалися б переважно необробленими масивами.

Інтернет речей (Internet of Things — IoT) є ще одним ключовим вузлом цієї екосистеми [18]. Систематичний огляд у журналі Sensors (2024 р.) зафіксував, що інтеграція ШІ з пристроями IoT підвищує операційну ефективність, персоналізацію послуг та якість рішень в охороні здоров'я, виробництві та управлінні міськими ресурсами. IoT-пристрої генерують потоки даних у реальному часі, які живлять алгоритми великих даних та моделі МН. За прогнозами, до 2027-го року ринок IoT досягне 1,9 трлн доларів, що свідчить про нерозривність цього зв'язку.

Хмарні обчислення (Cloud Computing) забезпечують необхідну інфраструктуру для зберігання та обробки великих даних [19]. Перехід від локальних сховищ до хмарних платформ знижує вхідний бар'єр для впровадження аналітики великих даних навіть для малих і середніх організацій. Квантові обчислення, що перебувають на ранній стадії комерціалізації, обіцяють революційно прискорити певні класи аналізу великих даних, зокрема оптимізаційні задачі та моделювання складних систем.

Блокчейн-технології розглядаються як потенційний засіб підвищення довіри та прозорості в управлінні великими даними, зокрема в контексті верифікації транзакцій та захисту цілісності даних. Кібербезпека, зі свого боку, потребує великих даних для виявлення аномалій і загроз у режимі реального часу, а самі великі дані потребують посилених інструментів безпеки для захисту від витоків і зловживань [20]. Отже, великі дані є одночасно і споживачем, і постачальником у відносинах із більшістю суміжних IT-напрямів.

5. Застосування Big Data у державному та приватному секторах

Big Data знайшли широке застосування в обох секторах: державному та приватному, хоча приватний сектор у цілому демонструє вищий ступінь зрілості у використанні відповідних інструментів.

У приватному секторі великі дані трансформували операційне управління і ланцюги постачання, виявлення шахрайства, маркетинг та управління відносинами з клієнтами. Дослідження, опубліковане у журналі Technovation (2023 р.), наводить приклад страхової компанії Aviva, яка розробила мобільний додаток Big Data для точного запису поведінки водіїв, що дозволяє встановлювати індивідуальні страхові тарифи на основі реального ри-

зику [14]. Бізнес-аналітика, заснована на великих даних, дозволяє передбачати поведінку клієнтів, виявляти нові ринкові можливості та оптимізувати ресурси в реальному часі.

У державному секторі великі дані застосовуються для підвищення якості публічних послуг, формування доказової публічної політики, управління ризиками та пандемічного реагування. Дослідники у 2017-му році встановили, що великі дані використовуються на різних стадіях публічного управління: від формування порядку денного і визначення проблеми до оцінки реалізації та коригування політики [21]. COVID-19 став потужним каталізатором цих процесів: для збору, сегментування та інтерпретації великих масивів епідеміологічних даних виявилася вирішальна роль алгоритмів ШІ [22].

Водночас існують і системні барєри для широкого впровадження великих даних у державному секторі: нестача кваліфікованих фахівців, невизначеність щодо відповідності новим регуляторним вимогам, зокрема GDPR (General Data Protection Regulation), труднощі агрегування даних через адміністративні кордони, відсутність єдиних стандартів та спільних стратегій. Оцінки свідчать, що публічний сектор Європи щорічно втрачає сукупно близько 100 млрд євро, не реалізуючи потенціалу великих даних для підвищення операційної ефективності [23].

Потенціал великих даних у сфері охорони здоров'я є особливо значним. Огляд у Artificial Intelligence Review вказує на можливості персоналізованої медицини, управління клінічними ризиками та прогнозування захворюваності завдяки аналізу біомедичних та клінічних даних [24]. Системи освіти також перебувають у процесі трансформації. Через навчальну аналітику та інтелектуальний аналіз освітніх даних стають можливими персоналізоване навчання та оптимізація академічних результатів.

6. Перспективи Big Data

Майбутнє великих даних визначається конвергенцією кількох потужних тенденцій, що взаємно підсилюють одна одну і разом формують нову технологічну реальність.

Обсяги глобальних даних продовжують зростати з безпрецедентною швидкістю. За даними Mordor Intelligence (2025 р.), ринок технологій великих даних оцінюється у 312 млрд доларів у 2025 році та, за прогнозами, досягне 583 млрд доларів до 2030 року з CAGR 13,34 %. Загальний ринок даних (аналітика, зберігання і управління) може перевищити 1,75 трлн доларів до 2030 року. Глобальне виробництво даних у 2025 році становить 181 зетабайт і прямує до 1 йотабайта до 2030 року.

Злиття великих даних із ШІ стає головним вектором розвитку. За оцінками, станом на 2025 рік близько 65 % організацій вже впровадили або активно досліджують ШІ-технології для аналітики даних. Агентний ШІ (Agentic AI), здатний до самостійного встановлення цілей і адаптації без постійного людського нагляду, за прогнозами Gartner, до 2028 року буде вбудований у 33 % корпоративних програмних застосунків порівняно з менш ніж 1 % у 2024 році.

Периферійні обчислення (Edge Computing) дозволять обробляти дані ближче до місця їх генерації, що критично важливо для IoT-пристроїв, автономних транспортних засобів та промислової автоматизації. Замість передачі всіх «сирих» даних до централізованих хмарних центрів обробки граничні вузли виконуватимуть первинну аналітику локально, суттєво знижуючи затримки та навантаження на канали зв'язку.

Квантові обчислення залишаються на горизонті, а їхній вплив вже відчувається у наукових розробках. За прогнозами міжнародної консалтингової компанії McKinsey, ринок квантових обчислень може досягти 1 трлн доларів до 2030 року, а серед ключових застосувань — пришвидшення розробки ліків, оптимізація логістики та нова кріптографія.

Питання управління даними (Data Governance), конфіденційності та кібербезпеки набуватимуть дедалі більшого значення. «Суверенітет даних» — право держав і організацій контролювати власні дані — стає новим виміром геополітики. Пандемія COVID-19 і

конфлікти нового покоління лише підкреслили стратегічне значення надійного управління даними як на рівні держав, так і на рівні міжнародних організацій.

Демократизація доступу до аналітики великих даних є ще однією важливою тенденцією. За прогнозами провідної міжнародної аналітичної компанії IDC (International Data Corporation), яка спеціалізується на дослідженнях ринків інформаційних технологій, телекомунікацій та споживчої електроніки, до 2027-го року близько 35 % зайнятих працівників регулярно використовуватимуть інструменти самообслуговування для аналізу даних, що формує дедалі більш «дата-грамотну» організаційну культуру. Це означає зміщення ролі аналітики великих даних від виключного домену спеціалістів до інструменту прийняття рішень на всіх рівнях управління.

7. Висновки

Отже, великі дані є фундаментальним явищем цифрової цивілізації, витоки якого сягають паралельних процесів — технологічного розвитку комп'ютерних наук і зростання масштабів наукових досліджень у другій половині XX століття. Формування концепції Big Data пройшло шлях від індустріальних практик Silicon Graphics та аналітичної роботи Ланея до широкого академічного і суспільного визнання у 2010-х роках.

Сучасні великі дані — це не лише технологічна, а й соціально-економічна категорія, що охоплює весь спектр діяльності від приватного бізнесу і державного управління до наукових досліджень у різних сферах. Зв’язок великих даних зі ШІ, IoT, хмарними та квантовими обчисленнями визначає їхній характер як системоутворюючого елемента інформаційного суспільства.

Перспективи розвитку Big Data на наступні роки є надзвичайно широкими: стрімке зростання обсягів ринку, поглиблення інтеграції з ШІ, розширення периферійних обчислень та демократизація аналітичних інструментів забезпечать новий рівень ефективності прийняття рішень у всіх сферах людської діяльності. Водночас нерозв’язаними залишаються питання конфіденційності, кібербезпеки, справедливого доступу до переваг та відповідального управління даними — виклики, подолання яких визначатиме суспільну цінність технологій великих даних у найближчому майбутньому.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Diebold F.X. Big Data and its origins. *Significance*. 2021. Vol. 18, Issue 1. P. 36–37.
2. Indurkhya N., Weiss S.M. Estimating Performance Gains for Voted Decision Trees. *Intelligent Data Analysis*. 1998. Vol. 2 (4). P. 303–310.
3. Laney D. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *META Group Research Note*. 2001. Vol. 6 February. URL: https://www.bibsonomy.org/bibtex/742811cb00b303261f79a98e9b80bf49 (дата звернення: 19.03.2026).
4. Frontiers in Digital Humanities. Big data of the past. *Frontiers in Digital Humanities*. 2017. Vol. 4, Article. P. 1–12.
5. Codd E.F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *Communications of the ACM*. 1970. Vol. 13 (6). P. 377–387.
6. The World-Wide Web Hall of Fame. URL: https://botw.org/archive/1994/awards/fame.html (дата звернення: 19.03.2026).
7. Baskaran S. Publications trends in big data: A scientometric analysis. *IP Indian J Libr Sci Inf Technol.* 2021. Vol. 6 (2). P. 102–107.
8. Dr. Amr Awadallah. Introducing Apache Hadoop: The Modern Data Operating System. URL: https://web.stanford.edu/class/ee380/Abstracts/111116-slides.pdf (дата звернення: 19.03.2026).
9. Anderson C. The end of theory: The data deluge makes the scientific method obsolete. *Computer Science, Business, Medicine.* 2008. Vol. 13, Item 19. P. 1–3.
10. Mnyika J., Chui M., Brown B. et al. Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition and Productivity. *McKinsey Global Institute.* 2011. 19 p.

11. Laney D. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *META Group Research Note*. 2001. February. URL: https://www.bibsonomy.org/bibtex/742811cb00b303261f79a98e9b80bf49 (дата звернення: 19.03.2026).
12. Luc H.M. Rouppe van der Voort1, Robert J. Rutten, Gregal J.M. Vissers. Reconnection brightenings in the quiet solar photosphere. *Astronomy & Astrophysics*. 2016. P. 1–9.
13. King A. Digital Targeting: Artificial Intelligence, Data, and Military Intelligence. *Journal of Global Security Studies*. 2024. Vol. 9 (2). 49 p.
14. Hossin M.A., Du, J., Mu L., Asante I.O. Big data-driven public policy decisions: Transformation toward smart governance. *SAGE Open*. 2023. Vol. 13 (4). P. 1–17.
15. Tene O., Polonetsky J. Big Data for All: Privacy and User Control in the Age of Analytics. *Northwestern Journal of Technology and Intellectual Property*. 2013. Vol. 11. P. 239–273.
16. Лисецький Ю.М. Основи та складові штучного інтелекту. *Military strategy and technology*. 2025. № 1. С. 76–80.
17. Rahmani M., Majedi N., Hemmatinejad M., Jamshidi A. Application of Artificial Intelligence in the Sports Industry: A Review Article. *AI and Tech in Behavioral and Social Sciences*. 2024. Vol. 2 (2). P. 20–27.
18.Лисецький Ю.М., Калбазов Д.Й. Технологія Internet of Things. *Математичні машини і системи.* 2019. № 2. С. 43–50.
19. Лисецький Ю.М., Татаренко М.А. Дослідження хмарних технологій компанії Oracle. *Математичні машини і системи*. 2025. № 3–4. С. 13–19.
20. Лисецький Ю.М. Кібербезпека: виклики, загрози, протидія: монографія. Київ: Видавець Бихун В.Ю, 2026. 196 с.
21. Janssen M., van der Voort H., Wahyudi A. Factors influencing big data decision-making quality. *Journal of Business Research.* 2017. Vol. 70. P. 338–345.
22. Yukhno A. Digital Transformation: Exploring big data Governance in Public Administration. *Public Organization Review, Springer*. 2024. Vol. 24 (1). P. 335–349.
23. Big data technology market size, share analysis — growth trends and forecast (2025–2030). URL: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/big-data-technology-market (дата звернення: 20.03.2026).
24. Artificial intelligence approaches and mechanisms for big data analytics: A systematic study. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj-cs.488 (дата звернення: 20.03.2026).

Стаття надійшла до редакції 17.06.2026 / прийнята до друку 13.08.2026