

КЛАСИФІКАЦІЯ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ: АНАЛІЗ НАЯВНИХ ПІДХОДІВ

Терпило Д. А., здобувач ступеня доктора філософії спеціальності 051 «Економіка», кафедра бізнес-економіки та підприємництва, факультет економіки та управління, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана, м. Київ, Україна

e-mail: dmytro.terpylo@kneu.ua

ORCID ID: 0009-0002-7355-7013

Анотація. У статті проведено комплексний аналіз наявних підходів до класифікації хмарних обчислень. Розглянуто основні моделі розгортання (публічна, приватна, гібридна, хмара спільноти) та моделі обслуговування (IaaS, PaaS, SaaS). Детально описано характеристики кожного типу хмарних обчислень та наведено приклади. Проаналізовано додаткові критерії класифікації, такі як тип власника, призначення, масштаб, доступність, тип використання та рівень інтеграції. Виявлено фрагментарність наявних класифікацій та недостатню увагу до взаємозв'язків між різними ознаками. Систематизовано основні класифікаційні ознаки хмарних обчислень. Результати дослідження сприятимуть кращому розумінню різноманітності хмарних сервісів та обґрунтованому вибору оптимальних рішень для конкретних завдань.

Ключові слова: хмарні обчислення, хмарні технології, класифікація, модель розгортання, модель обслуговування, ефективність, IT-технології, хмара, безпека, масштабованість.

CLASSIFICATION OF CLOUD COMPUTING: ANALYSIS OF EXISTING APPROACHES

Terpylo A. Dmytro, PhD Student of the Department of Business Economics and Entrepreneurship, Kyiv National Economic University named after V. Hetman, Kyiv, Ukraine

e-mail: dmytro.terpylo@kneu.ua

ORCID ID: 0009-0002-7355-7013

Abstract. The purpose of this article is to systematize and comparatively analyze existing approaches to the classification of cloud computing to identify the main criteria and features of each of them. This allows to determine the optimal strategies for implementation of cloud technologies according to the specific needs of organizations. The research methodology is based on a comprehensive analysis of scientific literature, including publications by Ukrainian and international researchers, as well as electronic resources. The study employs methods of systematization, comparison, and generalization to analyze various approaches to cloud computing classification. The analysis focuses on identifying the strengths and weaknesses of existing classifications and highlighting the interrelationships between different classification features. Results. The article provides a detailed analysis of the main cloud computing classification approaches. The classification by deployment model (public, private, hybrid, community cloud) and service model (IaaS, PaaS, SaaS) are considered as the most common. Also analyzes additional criteria: by type of owner, by purpose, by scale, by availability, by type of use and by level of integration. The characteristics of each cloud type, their advantages and disadvantages are described. The fragmentation of existing classifications and the lack of attention to the interrelationships between different features are identified. The main classification features of cloud computing are systematized in a figure. Practical Value. The results of the study contribute to a better understanding of the diversity of cloud services and an informed choice of optimal solutions for specific tasks. The systematized approach allows users and organizations to effectively navigate the variety of cloud services and choose the most appropriate solutions for specific tasks. This will contribute to a more efficient use of the potential of cloud technologies and their further development. The proposed classification can be used by businesses, researchers, and IT professionals to analyze and compare cloud solutions.

Keywords: cloud computing, cloud technologies, classification, deployment model, service model, efficiency, IT technologies, cloud, security, scalability.

JEL Classification: L860; O330

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток хмарних обчислень призвів до появи широкого спектру сервісів та моделей їх надання. Це, з одного боку, відкриває значні можливості для бізнесу та наукових досліджень, дозволяючи оптимізувати витрати, підвищувати гнучкість та масштабованість IT-інфраструктури. З іншого боку, таке різноманіття створює певні труднощі для потенційних користувачів, які стикаються з проблемою вибору оптимального хмарного рішення, що відповідає їх унікальним потребам, вимогам безпеки, бюджетним обмеженням та стратегічним цілям. Відсутність чіткої та всеосяжної системи класифікації хмарних обчислень ускладнює аналіз наявних підходів, порівняння їх переваг і недоліків, а також прийняття обґрунтованих рішень щодо впровадження хмарних технологій.

Отже, актуальним науковим завданням є проведення комплексного аналізу наявних класифікацій хмарних обчислень, виявлення їх сильних та слабких сторін, а також розробка систематизованого підходу, який дозволить користувачам та організаціям ефективно орієнтуватися у різноманітті хмарних сервісів та обирати найбільш відповідні рішення для конкретних завдань. Це сприятиме більш ефективному використанню потенціалу хмарних технологій та їх подальшому розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні роботи в галузі хмарних обчислень демонструють різноманітність підходів до їх класифікації, охоплюючи як історичні, так і сучасні аспекти розвитку технологій. Публікації українських дослідників [1,2] висвітлюють витоки та еволюцію хмарних технологій, тоді як електронні ресурси [3,4] підкреслюють сучасні тенденції у сфері віртуалізації та Інтернет-сервісів.

Міжнародні дослідження, зокрема роботи Мелл і Грейс (Mell, Grance) [5] та Армбруст (Armbrust) та ін. [6], встановлюють базові стандарти і розглядають як технічні, так і бізнесові аспекти хмарних обчислень. Додаткові дослідження [7–9] аналізують економічний потенціал і виклики, а роботи [10–16] фокусуються на бізнес-перспективах, стратегічних підходах та таксономії хмарних технологій.

Відокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Більшість наявних робіт, присвячених класифікації хмарних обчислень, зосереджені на окремих моделях розгортання або моделях обслуговування, розглядаючи їх як основні та вичерпні категорії. Проте, як показав попередній аналіз, існує значно ширший спектр критеріїв класифікації. Ці критерії часто розглядаються фрагментарно або ігноруються, що призводить до неповного розуміння ландшафту хмарних технологій. Крім того, недостатньо уваги приділяється взаємозв'язкам між різними класифікаційними ознаками. Відсутність чіткого розуміння цих взаємозв'язків ускладнює створення комплексних і адаптивних класифікаційних систем, здатних враховувати динамічні зміни у сфері хмарних обчислень. Також малодослідженим залишається питання розробки методології, яка дозволяла б не тільки класифікувати наявні хмарні сервіси, але й прогнозувати появу нових моделей та їх характеристик. Необхідний системний підхід, який би об'єднував різні класифікаційні ознаки в єдину ієрархічну структуру, забезпечуючи водночас гнучкість та можливість розширення.

Метою цієї статті є систематизація та порівняльний аналіз наявних підходів до класифікації хмарних обчислень для виявлення основних критеріїв та особливостей кожного з них. Це дозволяє не тільки глибше зрозуміти еволюцію хмарних технологій, а й визначити оптимальні стратегії їх впровадження відповідно до конкретних потреб організацій.

Основний матеріал. В епоху стрімкого розвитку інформаційних технологій, починаючи з появи перших комп'ютерів і закінчуючи сучасними децентралізованими системами, спостерігається безперервна еволюція обчислювальних платформ. Перші електронно-обчислювальні машини, які займали окремі приміщення, поступово були замінені більш компактними, потужними та доступними пристроями, що дозволило зробити обчислення більш гнучкими і розподіленими. Саме цей процес став відправною точкою для виникнення концепції хмарних обчислень, яка нині забезпечує доступ до ресурсів через Інтернет у режимі реального часу. Для кращого розуміння у табл. 1 визначено основні етапи розвитку інформаційних технологій.

Таблиця 1

Етапи розвитку інформаційних технологій

Етап розвитку	Характеристика	Приклади технологій
1950-1970	Ранні комп'ютери, централізовані системи	ЕОМ, мейнфрейми
1970-1990	Розвиток персональних комп'ютерів	ПК, мікрокомп'ютери
1990-2000	Поява Інтернету та клієнт-серверних технологій	Веб-сервіси, локальні мережі
2000 - сьогодні	Розвиток хмарних технологій та віртуалізації	AWS, Azure, GCP

Джерело: складено автором за матеріалами [1-4]

На сучасному етапі розвитку хмарних технологій та віртуалізації, що триває і зараз, з'явилось багато різновидів хмарних обчислень, що вимагає систематизованого підходу до їх класифікації.

Класифікація хмарних обчислень є важливим інструментом для розуміння різноманітності доступних хмарних сервісів та вибору оптимального рішення для конкретних потреб. Найбільш поширеними є класифікації за моделлю розгортання та моделлю обслуговування, проте існують й інші, більш специфічні підходи. Комплексний аналіз різних класифікацій дозволяє глибше зрозуміти особливості різних хмарних моделей та зробити обґрунтований вибір, що відповідає вимогам організації з погляду безпеки, масштабованості, контролю та вартості.

Проаналізуємо наявні основні підходи до класифікації хмарних обчислень.

Класифікація за моделлю розгортання. Одним з найпоширеніших способів класифікації хмарних обчислень є класифікація за моделлю розгортання, яка описує, де та як розгорнуті хмарні ресурси. Виділяють чотири основні моделі:

1. Публічна хмара (Public Cloud): інфраструктура, що належить сторонньому постачальнику послуг і є доступною для широкого загалу через Інтернет. Користувачі спільно використовують обчислювальні ресурси, мережі та сховища даних. Прикладами є Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP) [5].

2. Приватна хмара (Private Cloud): інфраструктура, що розгорнута та використовується виключно однією організацією. Вона може бути розміщена як у власному центрі обробки даних організації, так і у стороннього постачальника. Забезпечує більший рівень контролю та безпеки, але може бути дорожчою [6].

3. Гібридна хмара (Hybrid Cloud): поєднання двох або більше хмарних моделей (публічної та приватної). Дозволяє організаціям використовувати переваги обох моделей, наприклад, розміщуючи конфіденційні дані у приватній хмарі, а менш чутливі додатки та навантаження – у публічній [7].

4. Хмара спільноти (Community Cloud): інфраструктура, що спільно використовується кількома організаціями з подібними інтересами та вимогами до безпеки, наприклад, державними установами або дослідницькими організаціями [8].

Класифікація за моделлю обслуговування. Інший поширений підхід – класифікація за моделлю обслуговування, що визначає рівень контролю та відповідальності, які постачальник хмарних послуг бере на себе. За цією ознакою розрізняють такі основні моделі:

1. Інфраструктура як послуга (Infrastructure as a Service, IaaS): надання віртуалізованих обчислювальних ресурсів (сервери, сховища, мережі) через Інтернет. Користувач отримує повний контроль над операційною системою, програмами та даними, але не над фізичною інфраструктурою. Приклади: AWS EC2, Azure Virtual Machines [9].

2. Платформа як послуга (Platform as a Service, PaaS): надання платформи для розробки, тестування та розгортання програм. Користувач отримує доступ до середовища виконання, баз даних, інструментів розробки, але не контролює операційну систему та інфраструктуру. Приклади: AWS Elastic Beanstalk, Google App Engine [10].

3. Програмне забезпечення як послуга (Software as a Service, SaaS): надання готових до використання програмних додатків через Інтернет. Користувач не контролює ні інфраструктуру, ні платформу, а лише використовує додаток. Приклади: Salesforce, Google Workspace, Microsoft 365 [11].

Інші класифікації. Окрім основних, існують і інші, менш поширені класифікації, засновані на таких критеріях:

– За типом власника: приватні хмари (належать одній організації), публічні хмари (належать стороннім постачальникам), хмари спільного використання (належать консорціуму організацій) [12].

– За призначенням: хмари загального призначення (надають широкий спектр послуг), спеціалізовані хмари (орієнтовані на конкретні галузі чи завдання, наприклад, наукові обчислення, аналіз даних) [13].

– За масштабом: глобальні хмари (мають центри обробки даних у різних країнах), регіональні хмари (обслуговують певний регіон), локальні хмари (обслуговують одну організацію або географічно обмежену територію) [14].

– За доступністю: відкриті хмари (вільно доступні для загального використання з мінімальними обмеженнями), хмари з обмеженим доступом (доступ надається лише визначеним користувачам або організаціям для забезпечення безпеки) [12].

– За типом використання: корпоративні хмари (створені для підтримки бізнес-процесів і операцій компаній), персональні хмари (використовуються для зберігання особистих даних і файлів) [6].

– За рівнем інтеграції: відкриті хмари (використовують програмне забезпечення з відкритим кодом для прозорості та гнучкості), пропріетарні хмари (побудовані на основі власного закритого програмного забезпечення вендора, яке забезпечує унікальні функції або можливості) [15].

– За розподілом ресурсів: статичні хмари (ресурси виділяються заздалегідь і є фіксованими), динамічні хмари (ресурси виділяються відповідно до поточного попиту в реальному часі) [16].

На рис. 1 наведено основні класифікаційні ознаки та різновиди хмарних обчислень.

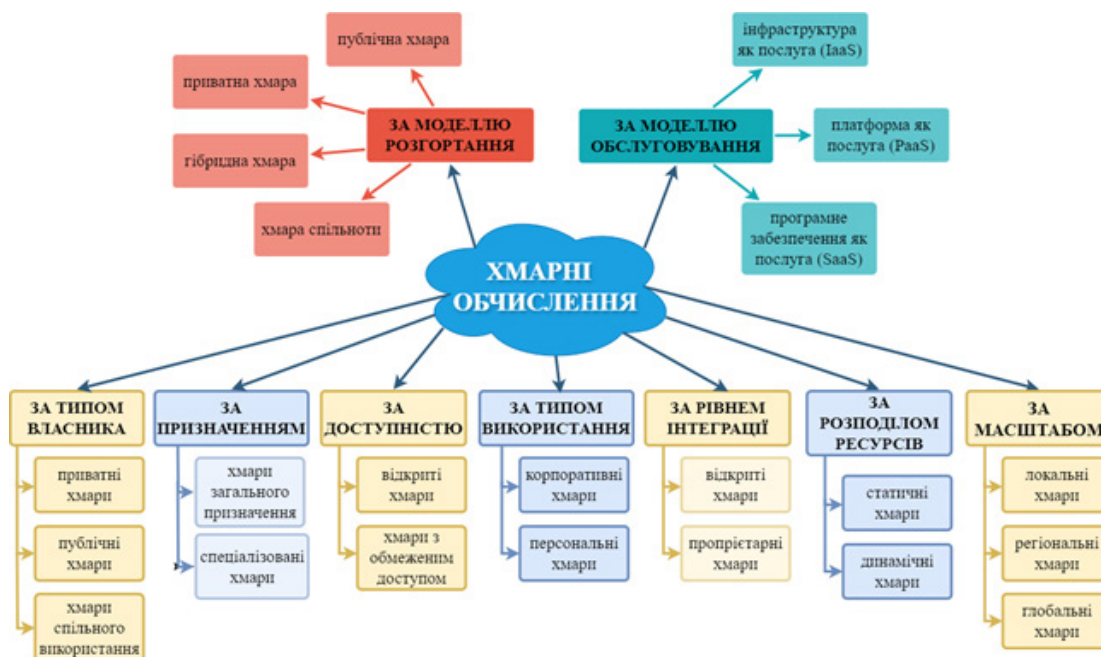


Рис. 1. Класифікації хмарних обчислень

Джерело: складено автором самостійно

Висновки. Проведений аналіз класифікації хмарних обчислень дозволяє зробити низку важливих висновків. По-перше, розподіл хмарних обчислень за моделлю розгортання демонструє різноманітність архітектурних рішень, що відображають різні рівні контролю, безпеки та вартості впровадження. Цей підхід дозволяє користувачам і організаціям обирати оптимальні моделі з урахуванням специфічних потреб, вимог до безпеки та бюджетних обмежень. По-друге, класифікація за моделлю обслуговування є критичною для розуміння ролей і відповідальності як користувача, так і постачальника послуг. Такий поділ сприяє визначенню рівня взаємодії між сторонами, що значною мірою впливає на масштабованість, гнучкість та експлуатаційні витрати систем.

По-третє, аналіз альтернативних підходів до класифікації, заснованих на типі власника, призначенні, масштабі, доступності, типі використання та рівні інтеграції, підкреслює складність і багатовимірність хмарних технологій. Врахування цих додаткових критеріїв дозволяє більш комплексно підійти до вибору та оптимізації рішень, що відповідають специфічним вимогам різних галузей та організацій. Результати дослідження свідчать про те, що систематизація класифікаційних підходів у сфері хмарних обчислень є надзвичайно важливим інструментом для подальшого розвитку технологій. Вона не тільки сприяє більш глибокому розумінню сучасних ІТ-рішень, але й створює базу для розробки нових моделей, здатних адаптуватися до швидкозмінних умов ринку та потреб кінцевих користувачів. Подальші дослідження у цій сфері мають бути зосереджені на інтеграції новітніх технологічних досягнень, оптимізації наявних підходів та розробці інноваційних рішень, що забезпечать ще більшу ефективність, безпеку та масштабованість хмарних сервісів.

Список літератури

1. Маркова О. М., Семеріков С. О., Стрюк А. М. Хмарні технології навчання: витоки. Інформаційні технології і засоби навчання. 2015. Т. 46. № 2. С. 29–44. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_46_2_6. (дата звернення 25.02.2025).

2. Хмарні обчислення: історія, можливості, перспективи. URL: <https://aw.club/global/uk/blog/cloud-computing-history-opportunities-benefits>. (дата звернення: 25.02.2025).
3. Зінченко О. В., Іщеряков С. М., Прокопов С. В., Серих С. О., Василенко В. В. Хмарні технології. Навчальний посібник. К.: ФОП Гуляєва В. М., 2020. URL: https://duikt.edu.ua/uploads/l_2048_32915773.pdf. (дата звернення: 25.02.2025).
4. Історія хмарних обчислень. URL: <https://nachasi.com/tech/2017/09/26/istoriya-hmarnyh-obchyslen/>. (дата звернення: 25.02.2025).
5. Mell, P., Grance, T. The NIST definition of cloud computing. National Institute of Standards and Technology. 2011. С. 6-7. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>. (дата звернення: 25.02.2025).
6. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R. etc. A view of cloud computing. Communications of the ACM. 2010. Т. 53. № 4. С. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>. URL: https://www.researchgate.net/publication/220422375_A_View_of_Cloud_Computing. (дата звернення 25.02.2025).
7. Buaya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., Brandic, I. Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. Future Generation Computer Systems. 2009. Т. 25. № 6. С. 599–616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2008.12.001>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X08001957?via%3Dihub>. (дата звернення: 25.02.2025).
8. Dillon, T., Wu, C., Chang, E. Cloud computing: issues and challenges. 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications. 2010. С. 27–33. DOI: <https://doi.org/10.1109/AINA.2010.187>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5474674>. (дата звернення: 25.02.2025).
9. Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., Lindner, M. A break in the clouds: towards a cloud definition. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. 2008. Т. 39. № 1. С. 50–55. DOI: <https://doi.org/10.1145/1496091.1496100> URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1496091.1496100>. (дата звернення: 25.02.2025).
10. Weiss, A. Computing in the clouds. netWorker. 2007. Т. 11. № 4. С. 16–25. DOI: <https://doi.org/10.1145/1327512.1327513>. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1327512.1327513>. (дата звернення: 25.02.2025).
11. Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., Ghalsasi, A. Cloud computing – The business perspective. Decision Support Systems. 2011. Т. 51. № 1. С. 176–189. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1413545>. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1413545. (дата звернення: 25.02.2025).
12. Zhang, Q., Cheng, L., Boutaba, R. Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. Journal of Internet Services and Applications. 2010. Т. 1. № 1. С. 7–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>. URL: <https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1007/s13174-010-0007-6>. (дата звернення: 25.02.2025).
13. Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., Lu, S. Cloud computing and grid computing 360-degree compared. 2008 Grid Computing Environments Workshop. 2008. С. 1–10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/GCE.2008.4738445>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4738445>. (дата звернення: 25.02.2025).
14. Erl, T., Puttini, R., Mahmood, Z. Cloud computing: concepts, technology & architecture. Pearson Education. 2013. С. 1-80. URL: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133387520/samplepages/0133387526.pdf>. (дата звернення: 25.02.2025).
15. Grossman, R. L. The case for cloud computing. IT Professional. 2009. Т. 11. № 2. С. 23–27. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MITP.2009.40>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4804045>. (дата звернення: 25.02.2025).
16. Rimal, B. P., Choi, E., Lumb, I. A taxonomy and survey of cloud computing systems. 2009 Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC. 2009. С. 44–51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/NCM.2009.218>. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5331755>. (дата звернення: 25.02.2025).

References

1. Markova, O. M., Semerikov, S. O., & Stryuk, A. M. (2015). Khmarni tekhnolohiyi navchannya: Vytoki. Informatsiyni tekhnolohiyi i zasoby navchannya, 46(2), 29–44. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_46_2_6. (accessed 25 February 2025). [In Ukrainian].
2. Khmarni obchyslennia: Istoriia, mozhlyvosti, perspektyvy. Retrieved from: <https://aw.club/global/uk/blog/cloud-computing-history-opportunities-benefits>. (accessed 25 February 2025). [In Ukrainian].

3. Zinchenko, O. V., Ishcheriakov, S. M., Prokopov, S. V., Serikh, S. O., & Vasylenko, V. V. (2020). *Khmar'ni tekhnolohiyi [Navchalniy posibnyk]*. K.: FOP Huliaieva, V. M. Retrieved from: https://duikt.edu.ua/uploads/1_2048_32915773.pdf. (accessed 25 February 2025). [In Ukrainian].
4. *Istoriia khmar'nykh obchyslen'* (2017). Retrieved from: <https://nachasi.com/tech/2017/09/26/istoriya-hmar'nyh-obchyslen/>. (accessed 25 February 2025). [In Ukrainian].
5. Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing (NIST Special Publication 800-145). National Institute of Standards and Technology. Retrieved from: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-145.pdf>. (accessed 25 February 2025).
6. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., et al. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50–58. DOI: <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/220422375_A_View_of_Cloud_Computing. (accessed 25 February 2025).
7. Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, 25(6), 599–616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2008.12.001>. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X08001957?via%3Dihub>. (accessed 25 February 2025).
8. Dillon, T., Wu, C., & Chang, E. (2010). Cloud computing: Issues and challenges. In *Proceedings of the 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 27–33). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/AINA.2010.187>. Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5474674>. (accessed 25 February 2025).
9. Vaquero, L. M., Roderio-Merino, L., Caceres, J., & Lindner, M. (2008). A break in the clouds: Towards a cloud definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(1), 50–55. DOI: <https://doi.org/10.1145/1496091.1496100>. Retrieved from: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1496091.1496100>. (accessed 25 February 2025).
10. Weiss, A. (2007). Computing in the clouds. *netWorker*, 11(4), 16–25. DOI: <https://doi.org/10.1145/1327512.1327513>. Retrieved from: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1327512.1327513>. (accessed 25 February 2025).
11. Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., & Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing – The business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), 176–189. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1413545>. Retrieved from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1413545. (accessed 25 February 2025).
12. Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>. Retrieved from: <https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1007/s13174-010-0007-6>. (accessed 25 February 2025).
13. Foster, I., Zhao, Y., Raicu, I., & Lu, S. (2008). Cloud computing and grid computing 360-degree compared. In *Proceedings of the 2008 Grid Computing Environments Workshop* (pp. 1–10). IEEE. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/GCE.2008.4738445>. Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4738445>. (accessed 25 February 2025).
14. Erl, T., Puttini, R., & Mahmood, Z. (2013). *Cloud computing: Concepts, technology & architecture*. Pearson Education. Retrieved from: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780133387520/samplepages/0133387526.pdf>. (accessed 25 February 2025).
15. Grossman, R. L. (2009). The case for cloud computing. *IT Professional*, 11(2), 23–27. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/MITP.2009.40>. Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4804045>. (accessed 25 February 2025).
16. Rimal, B. P., Choi, E., & Lumb, I. (2009). A taxonomy and survey of cloud computing systems. In *Proceedings of the 2009 Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC* (pp. 44–51). IEEE. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/NCM.2009.218>. Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5331755>. (accessed 25 February 2025). www.kahoot.it

Стаття надійшла до редакції 13.02.2025

Прийнята до публікації 24.02.2025