



DOI 10.28925/2663-4023.2024.24.205220

УДК 004.4, 004.6, 004.9

Ткаченко Ольга Іванівна

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій
Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, Україна
кафедра комп'ютерних наук,
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0003-1800-618X
oitkachen@gmail.com

Ткаченко Костянтин Олександрович

к.е.н, доцент, доцент кафедри програмного
забезпечення комп'ютерних систем
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0003-0549-3396
tkachenko.kostyantyn@gmail.com

Піддубченко Михайло Васильович

магістрант, кафедра інформаційних технологій
Державний університет інфраструктури та технологій, Київ, Україна
ORCID ID: 0009-0004-6929-1907
poddubm@gmail.com

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Анотація. Швидкий технологічний розвиток останніх років суттєво вплинув на сферу розробки інформаційних систем. Сучасні тенденції розробки інформаційних систем значно впливають на ринок програмного забезпечення. Зокрема, зростає попит на інтегровані рішення та програмне забезпечення, яке ефективно інтегрується з вже існуючими системами. Розвиток хмарних технологій, використання штучного інтелекту, аналітики даних, технологій обробки Big Data (великі дані), розширення сфер використання мобільних технологій також впливають на ринок програмного забезпечення, стимулюючи інновації та сприяючи зміни у підходах до розробки та постачання програмного забезпечення різних класів інформаційних систем. Матеріал статті спрямований на аналіз сучасних тенденцій у області розробки інформаційних систем різних класів та виявлення основних аспектів, що визначають напрямок розвитку технологій моделювання, проектування та розробки інформаційних систем. Метою статті є аналіз сучасних тенденцій щодо розробки інформаційних систем, розкриття їх впливу на сучасні бізнес-процеси, ринок програмного забезпечення та визначення перспективних напрямків розвитку технологій моделювання, проектування і розробки інформаційних систем. Методами дослідження є аналіз літературних джерел, статистичних даних, результатів практичного використання інформаційних систем у різних галузях. Крім того, аналізується вплив новітніх технологій, зокрема таких, як штучний інтелект, великі дані, хмарні технології, на розробку інформаційних систем. Новизною проведеного дослідження є визначення сучасних тенденцій та підходів до розробки інформаційних систем, що враховує не лише технічні аспекти, а й вплив на цей процес соціальних, економічних та культурних чинників. Також розглядаються зміни у вимогах до інформаційних систем у зв'язку зі зростанням цифрової трансформації сучасних підприємств. Висновком проведеного дослідження є необхідність постійного оновлення та адаптації підприємств до сучасного інформаційно-технологічного середовища, що швидко змінюється. Розуміння цих тенденцій дозволить організаціям ефективно використовувати інформаційні системи як інструмент для досягнення своїх стратегічних цілей.



Ключові слова: інформаційні системи; новітні технології розробки програмного забезпечення; технологічний розвиток; цифрова трансформація; штучний інтелект; великі дані; хмарні технології.

ВСТУП

Глобальна цифрова трансформація, що в наш час дуже швидко прискорюється, ставить перед сучасними підприємствами та організаціями безпрецедентні виклики, але й надає широкий спектр можливостей. У цій трансформації важливу роль відіграють інформаційні системи (ІС) різних класів. Тому аналіз сучасних тенденцій розробки ІС є важливим, оскільки він сприяє визначенню стратегій та напрямів розвитку компаній (що використовують такі ІС) в наш час — час цифровізації суспільства, економіки, освіти, транспорту, торгівлі тощо.

Зростання обсягів даних, що генеруються і обробляються, а також постійними змінами в технологічному ландшафті, розробники програмного забезпечення (ПЗ) ІС стикаються з необхідністю адаптації до нових вимог та пошуку інноваційних рішень.

В статті здійснюється аналіз основних тенденцій розширення тенденцій використання ІС, розвитку технологій розробки ПЗ ІС, розглянуто вплив сучасних технологій, таких як штучний інтелект та хмарні сервіси, на ринок програмного забезпечення та визначено перспективи розвитку ІС.

Постановка проблеми. Зростання ролі ІС у сучасному бізнесі обумовило необхідність вирішення проблем та усунення викликів, які постійно виникають під час цифрової трансформації.

Серед основних проблем, що постають перед розробниками ПЗ ІС, слід виділити, зокрема, такі, як:

- Визначення відповідних технологічних рішень для забезпечення ефективної розробки, впровадження та управління інформаційними системами.
- Постійна адаптація розробників ПЗ ІС до нових вимог та стандартів, що обумовлено швидкими темпами технологічного розвитку.
- Безпека та конфіденційність інформації через зростання обсягів даних та зміну підходів до їх обробки.

Вказані вище проблеми обумовили актуальність проблематики даного дослідження — проведення аналізу сучасного стану та тенденцій як розробки ПЗ ІС, так і їх впровадження в різні бізнес-процеси підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробка ІС є одним із ключових напрямків в сучасній науці та технологіях, що постійно розвивається. Розглянемо останні дослідження та публікації, які стосуються сучасних тенденцій у розробці ІС, та виявимо раніше невирішені аспекти, що потребують подальшого вивчення.

Згідно з дослідженням Gartner, основні стратегічні технологічні тренди включають AI Trust, Risk and Security Management (AI TRiSM), Continuous Threat Exposure Management (CTEM), Sustainable Technology, Platform Engineering, AI-Augmented Development, Industry Cloud Platforms, Intelligent Applications, Democratized Generative AI, Augmented Connected Workforce та Machine Customers [19], [24]. Ці тренди охоплюють широкий спектр технологій, що мають значний вплив на розвиток ІС.

Останні дослідження в галузі штучного інтелекту (ШІ) підкреслюють його зростаючу роль у розробці ІС. Використання AI TRiSM для забезпечення надійності, безпеки та управління ризиками стає необхідністю для організацій, що впроваджують ШІ [19]. Дослідження також вказують на важливість AI-Augmented Development, що



дозволяє розробникам автоматизувати рутинні завдання та підвищувати продуктивність. Проте, питання безпеки та управління ризиками залишаються невирішеними аспектами, які потребують подальшого вивчення [19].

У сфері хмарних технологій значну увагу приділено Industry Cloud Platforms. Ці платформи дозволяють створювати спеціалізовані хмарні рішення для різних галузей, що сприяє підвищенню ефективності та гнучкості бізнесу. Однак, дослідження вказують на необхідність подальшого вивчення безпеки та конфіденційності даних у хмарному середовищі.

У контексті безпеки та конфіденційності даних в хмарних середовищах, дослідження акцентують на необхідності розробки комплексних рамок захисту [22]. Хоча вже запропоновані технології, такі як атрибутивне шифрування, багатоавторитетне шифрування та ієрархічне шифрування, дослідження показують, що ці методи потребують подальшого вдосконалення для більш широкого застосування. Залишається відкритим питання щодо інтеграції різних технологій захисту для забезпечення багаторівневого захисту даних.

Інтелектуальні додатки (*Intelligent Applications*) та демократизований генеративний ШІ (*Democratized Generative AI*) також викликають великий інтерес у науковому середовищі. Ці технології дозволяють створювати адаптивні та персоналізовані рішення, що відповідають потребам користувачів. Проте, необхідність розробки ефективних методів для забезпечення безпеки та конфіденційності даних у таких додатках залишається актуальною проблемою [24].

Дослідження впливу ШІ на працівників в організаціях, які впроваджують технології Industry 4.0 [19], виявили як позитивні, так і негативні аспекти. З одного боку, ШІ сприяє підвищенню гнучкості, автономії, креативності та продуктивності роботи. З іншого боку, викликає значний рівень техностресу, пов'язаного з навантаженням на роботу, невизначеністю робочих місць та складністю нових технологій. Це вимагає від організацій інвестицій у навчання та розвиток навичок працівників, а також підтримку в адаптації до нових соціотехнічних умов. Проте, детальні дослідження щодо впливу ШІ на психологічний стан працівників та способи мінімізації техностресу є недостатньо висвітленими.

Розподілені архітектури та сервісно-орієнтовані архітектури (SOA) також є важливими напрямками досліджень. Вони дозволяють ефективно обробляти великі обсяги даних та забезпечувати високу надійність систем [11]. Проте, проблема інтеграції різних сервісів та забезпечення їхньої сумісності залишається актуальною.

Таким чином, аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що сучасні тенденції в розробці ІС включають використання ШІ, хмарних технологій та інших інноваційних рішень. Однак, питання безпеки, конфіденційності даних, управління ризиками та техностресом потребують подальшого вивчення. Це створює основу для нових досліджень, спрямованих на вирішення цих важливих проблем і підвищення ефективності та безпеки ІС.

Метою статті є аналіз сучасних тенденцій щодо розробки інформаційних систем, розкриття їх впливу на сучасні бізнес-процеси, ринок програмного забезпечення та визначення перспективних напрямків розвитку технологій моделювання, проєктування і розробки ІС.

Досягнення цієї мети передбачає вирішення наступних завдань:

- *Аналіз поточного стану розробки ІС:* Дослідження сучасних методів та підходів до розробки ІС, виявлення їх переваг та недоліків у контексті сучасних вимог.



- *Аналіз новітніх технологій розробки ПЗ ІС:* Огляд та аналіз новітніх технологій (зокрема таких, як штучний інтелект, аналітика даних, хмарні технології [20] тощо), які впливають на розробку ПЗ ІС.

Визначення викликів та можливостей: Визначення основних викликів, з якими стикаються розробники ПЗ через зміни у розробці ІС (наприклад, такими, як безпека даних, масштабування систем, інтеграція технологій тощо); виявлення можливостей, що відкриваються завдяки цим тенденціям, таких як розширення ринку ПЗ ІС, покращення ефективності роботи, різні інноваційні можливості.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В наш час підприємства та організації все частіше вибирають мікросервісну архітектуру для реалізації своїх планів щодо розробки ІС, програмних продуктів (сервісів, застосунків, сайтів тощо). Мікросервіси дозволяють розділити великі ІС на невеликі незалежні компоненти, що полегшує розробку, тестування та підтримку ПЗ [1].

В залежності від конкретного завдання, розробники ПЗ ІС використовують різні мови програмування. Наприклад, для веброзробки найбільш популярними є JavaScript (зокрема, фреймворки React.js, Angular, Vue.js), Python (фреймворки Django, Flask), а також Java (Spring Boot). Для розробки мікросервісів можуть використовуватися такі мови, як Go, Kotlin, Rust, а також Java та C#.

У дослідженнях, проведених ІТ-спільнотою DOU у 2023 та 2024 роках [2], [3], спостерігається цікавий розвиток у виборі мов програмування для комерційної розробки ІС. Згідно з результатами опитувань (рис. 1) ІТ-спеціалістів з України, у 2023 році JavaScript та TypeScript займали третину ринку ПЗ, що свідчить про їх велику популярність серед розробників [2]. Натомість, мова Java, хоч і була досить популярною, протягом п'яти років поспіль втрачала свою популярність. З іншого боку, Python після декілька років негативної динаміки виявив певний зріст у популярності у 2023 році.

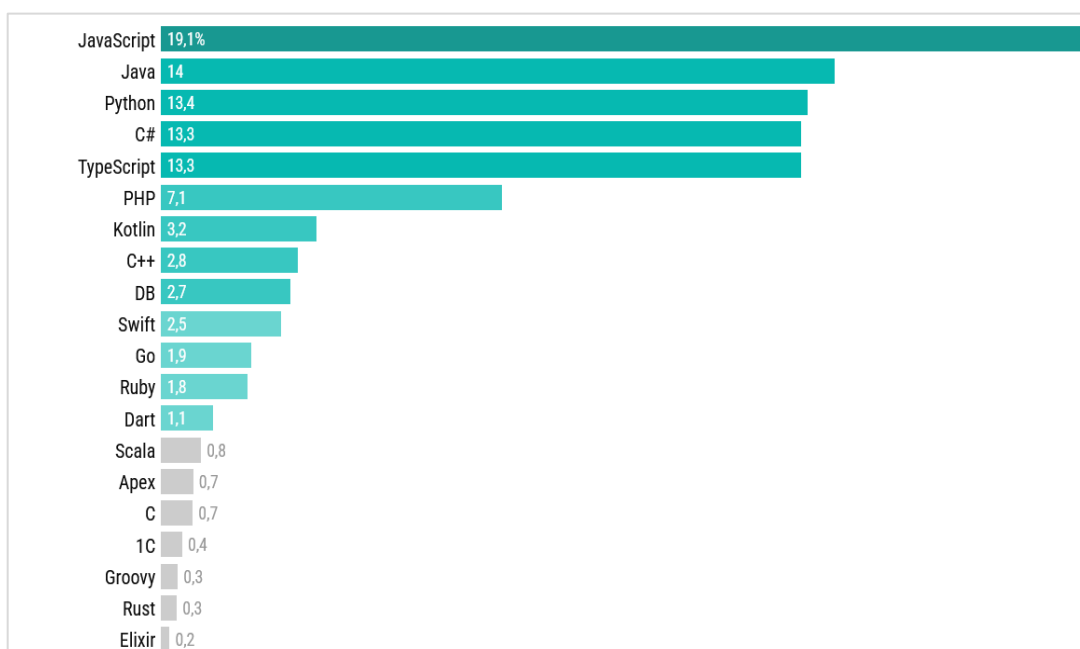


Рис. 1. Рейтинг мов програмування у 2023 році

Використання конкретних мов програмування при розробці програмних продуктів зумовлене кількома чинниками, включаючи характеристики проекту, ефективність, швидкість розробки та вартість.

JavaScript є популярною мовою при розробці вебдодатків через свою доступність та забезпечення високої швидкості розробки. JavaScript є інтерпретованою мовою, що дозволяє швидко створювати та тестувати функціональність вебдодатків без необхідності компіляції. Бібліотеки та фреймворки, такі як React.js, Angular та Vue.js, спрощують процес розробки веб-інтерфейсів, дозволяючи розробникам швидко та ефективно створювати багатофункціональні вебдодатки.

У 2024 році (рис. 2) спостерігається подальший розвиток відмічених тенденцій. JavaScript залишається найбільш популярною мовою програмування, проте TypeScript відзначається як «мова року» за темпом зростання своєї популярності. Python знову виявляється на третьому місці [3]. У 2024 році, спостерігається зростання популярності мов програмування Rust, C++, C, а також зростання інтересу до embedded-розробки.

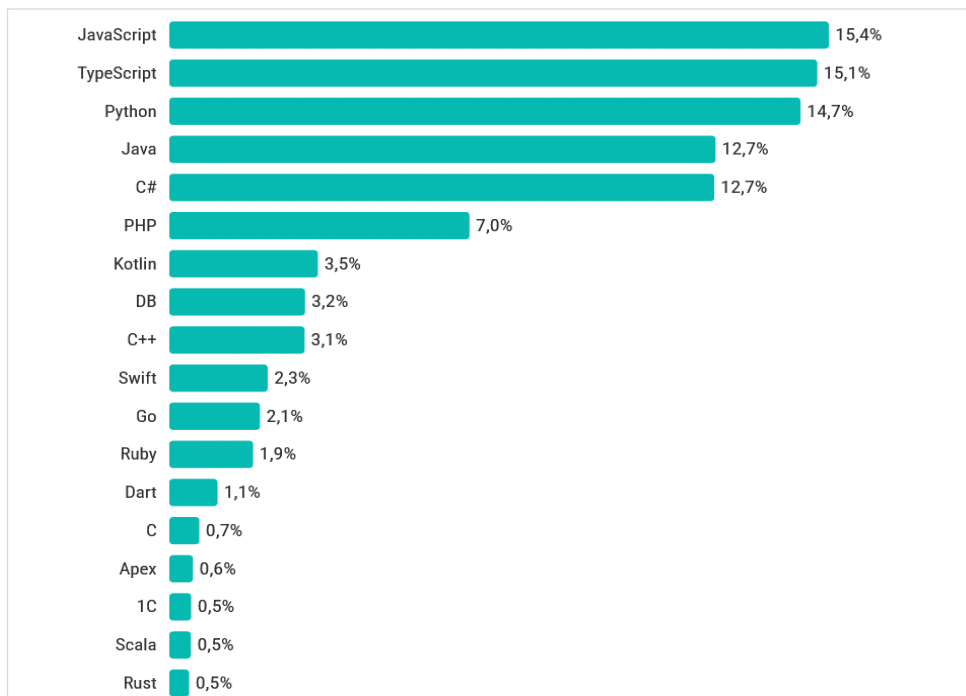


Рис. 2. Рейтинг мов програмування у 2024 році

Rust — мова програмування, яка зазнає значного зростання популярності завдяки своїм унікальним властивостям, таким як безпека пам'яті та висока продуктивність [4]. Rust здобуває визнання як мова, що дозволяє писати безпечний та ефективний програмний код для різноманітних застосувань: від системного програмування до веброзробки. У 2024 році спостерігається зростаюча популярність Rust серед розробників.

C++ та C — мови програмування з великою історією та широким спектром застосувань. У 2024 році вони також зазнають певного зростання популярності. Це пов'язано насамперед з розширенням застосування цих мов у вбудованих системах, Інтернеті речей та інших областях, де вимагається низький рівень абстракції та висока продуктивність програмних продуктів.

Embedded-розробка привертає увагу розробників у 2024 році. Вона охоплює розробку ПЗ для вбудованих систем, таких як мікроконтролери та промислові пристрої.



Embedded-розробка стала важливою через зростання потреб військово-промислового комплексу, зокрема потреб у розробці ПЗ для дронів [5]. У 2024 році спостерігається укріплення тенденції поширення embedded-розробки та збільшення кількості проєктів, які використовують вбудовані системи.

Вказані тенденції показують, що розробники ПЗ реагують на ринкові потреби та вибирають мови програмування, які найкраще відповідають вимогам їхніх проєктів.

Ці дані вказують на зростання інтересу до мов, які надають широкі можливості для веброзробки, таких як JavaScript та TypeScript. Також можна відмітити тенденцію стосовно Python, який виявляється у всіх можливих нішах, що свідчить про його універсальність та широке застосування. Крім того, спостерігається зменшення популярності таких мов, як Java і C#, що може вказувати на зміни у вимогах ринку ПЗ та швидку еволюцію новітніх технологій, програмна підтримка яких потребує інших властивостей та можливостей мов програмування.

Крім того, JavaScript є популярним у зв'язку зі своєю відкритістю та широким застосуванням у веб-розробці, що робить його доступним для багатьох розробників. Відкритість JavaScript також сприяє великому екосистемі бібліотек та фреймворків, що полегшує розробку та підтримку програмних продуктів.

Загалом, організації обирають ті технології та підходи, які найбільш відповідають їхнім потребам та дозволяють швидше та ефективніше розвивати програмні продукти.

Ці тенденції свідчать про те, що розробники ПЗ різноманітних програмних продуктів (в тому числі й ІС) постійно адаптуються до нових умов і вибирають мови програмування, які найкраще відповідають їхнім потребам та завданням проєктів.

Основні тренди останніх років у розробці ІС. У 2023 та 2024 роках спостерігається значний розвиток технологій у розробці ІС. Підприємства та організації все активніше використовують інновації для покращення функціональності та ефективності своїх систем. Розглянемо деякі тенденції останніх років.

1. Штучний інтелект (ШІ) та GPT. У 2023 та 2024 роках використання штучного інтелекту стало невід'ємною частиною розробки інформаційних систем. Однією з найбільш помітних технологій у цьому напрямку є GPT (*Generative Pre-trained Transformer*). GPT є моделлю глибокого навчання, розроблена компанією OpenAI, що здатна генерувати текст відповідно до вхідних даних та контексту [6]. GPT може бути використаний для надання послуг та вирішення різних задач, зокрема таких:

- Автоматизація відповідей на запитання: GPT може бути використаний для створення чат-ботів або віртуальних помічників, які спроможні надавати відповіді на запитання користувачів. Наприклад, чат-бот може відповідати на запитання клієнтів про товари або послуги компанії; надавати інформацію про робочий графік або вирішувати проблеми з клієнтським обслуговуванням.
- Створення контенту: GPT може бути використаний для автоматичного створення текстового контенту для вебсайтів, блогів, соціальних медіа тощо. Наприклад, компанії можуть використовувати GPT для створення статей, оглядів продуктів або новинних публікацій.
- Автоматизована обробка тексту: GPT може бути використаний для автоматичної обробки великих обсягів текстової інформації. Наприклад, він може бути використаний для аналізу відгуків клієнтів, категоризації текстових даних або виявлення ключових патернів у тексті.

- Генерація коду: GPT може бути використаний для автоматичної генерації коду програм для різних задач (наприклад, для реалізації різних алгоритмів, функцій або інтерфейсів користувача).

ШІ (наприклад, такий як GPT) стає все більш популярним серед компаній, бо він дозволяє автоматизувати процеси виконання багатьох завдань, які раніше потребували б значних зусиль та людських ресурсів (рис. 3) [10].

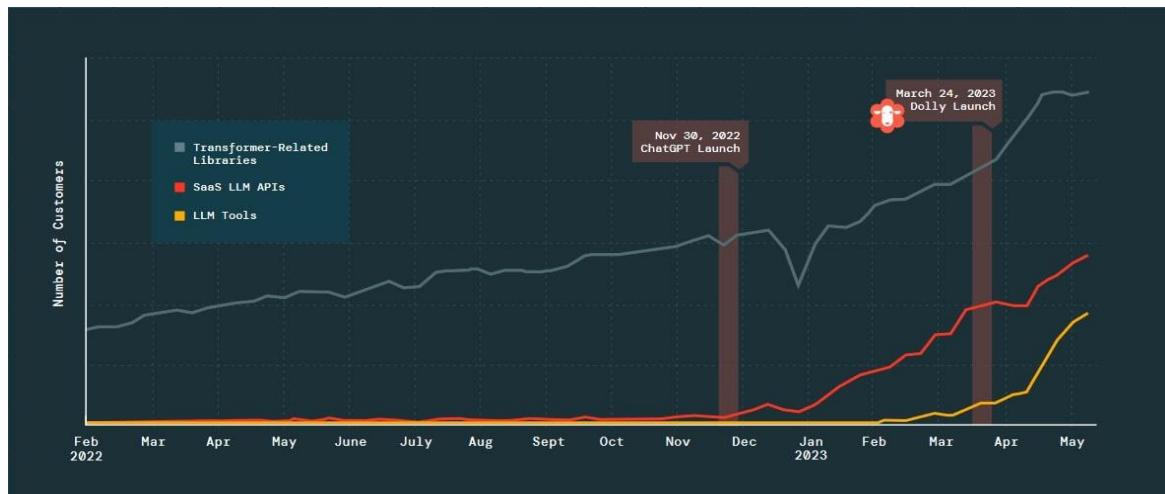


Рис. 3. Використання великих мовних моделей ШІ

Використання таких технологій дозволяє підвищити продуктивність, зменшити витрати та поліпшити якість послуг, що забезпечує конкурентні переваги для компаній на ринку ПЗ [15]. Суспільство ставиться до використання ШІ в ІС по-різному.

Деякі люди бачать у ШІ можливість для автоматизації та поліпшення різних аспектів життя та бізнесу, вважаючи, що він може допомогти вирішувати складні проблеми та покращувати якість послуг. Інші ж висловлюють занепокоєння щодо можливості зловживання технологією для контролю за людьми. Етичні питання, такі як конфіденційність даних та безпека систем, також викликають обурення та обговорення [13]. Зростання знань про ШІ допомагає сприймати цю технологію більш об'єктивно та збалансовано.

2. *Хмарні технології.* Хмарні технології (рис. 4) і надалі залишаються однією з основних тенденцій у розробці ІС [2], [3]. У 2023 та 2024 роках все більше організацій переходять до використання хмарних рішень для зберігання даних, обробки, аналізу та розгортання своїх ІС.

Хмарні технології стали необхідною складовою сучасних ІС завдяки своїй гнучкості, масштабованості та ефективності [21], [22]. Основними аспектами їх використання, зокрема є:

- Зберігання даних: Хмарні технології дозволяють зберігати великі обсяги даних на віддалених серверах, що забезпечує доступ до них з будь-якої точки світу та забезпечує резервне копіювання даних для забезпечення їхньої безпеки.
- Обчислення в хмарі: Завдяки хмарним обчисленням, компанії можуть використовувати великі обчислювальні ресурси без необхідності власного обладнання. Це дозволяє ефективно виконувати завдання обробки даних, аналізу та моделювання без значних витрат.

- Масштабованість: Хмарні технології дозволяють легко масштабувати ресурси в залежності від потреб користувачів. Це особливо важливо для підприємств зі змінним обсягом роботи, оскільки вони можуть змінювати обсяг обчислювальних ресурсів в залежності від потреб [13].
- Доступність та надійність: Хмарні сервіси часто мають високий рівень доступності та надійності, оскільки вони підтримуються мережами великих центрів обробки даних, які мають резервне забезпечення енергії та інфраструктуру.
- Зниження витрат: Замість інвестування у власне обладнання та ПЗ, компанії можуть платити лише за фактично використані ресурси, що дозволяє знизити витрати на ІТ-інфраструктуру [13].
- **Інновації та швидкість впровадження:** Хмарні технології дозволяють швидко і легко впроваджувати нові функції та послуги без необхідності великих витрат на інфраструктуру та розробку [22], [23].



Рис. 4. Інвестиції у ринок хмарних технологій 2023–2024 рр.

Хмарні платформи, такі як Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure та Google Cloud Platform (GCP), надають широкий спектр послуг, включаючи інструменти ШІ, аналітики даних та безпеки [11], [23].

3. *Технологія розподілених реєстрів Blockchain.* Blockchain-технологія отримує все більше уваги від розробників ІС. У 2023 та 2024 роках використання blockchain в ІС сприяло забезпеченню надійної й безпечної системи зберігання даних, а також прозорості й автентифікації транзакцій [9]. Багато компаній використовують blockchain для створення розподілених систем управління даними та платіжних систем [7], [8].

Усі ці технологічні тенденції свідчать про постійний розвиток та інновації в галузі розробки ІС. Організації, які використовують ці передові технології, отримують конкурентні переваги та можливість ефективніше відповідати на вимоги ринку.

Класифікація ІС за архітектурою:

1. Клієнт-серверна архітектура. Клієнт-серверна архітектура складається з клієнтів, які надсилають запити, і серверів, які обробляють ці запити та повертають результати.



Ця архітектура залишається популярною для вебдодатків і корпоративних систем завдяки простоті та ефективності. ШІ використовується на серверному боці для обробки даних і виконання складних обчислень. Хмарні технології забезпечують гнучкість і масштабованість серверних компонентів.

2. Трирівнева архітектура (*Three-tier architecture*). Трирівнева архітектура розділяє систему на такі рівні: презентаційний (інтерфейс користувача), логічний (бізнес-логіка), дані (бази даних). Ця архітектура популярна для створення складних вебдодатків. ШІ інтегрується на рівні бізнес-логіки для виконання складних завдань (наприклад, таких як аналіз даних). Хмарні сервіси використовуються для розгортання всіх трьох рівнів, що забезпечує масштабованість та надійність.

3. Мікросервісна архітектура (*Microservices architecture*). Мікросервісна архітектура складається з невеликих, незалежних сервісів, які взаємодіють через стандартизовані інтерфейси. Мікросервіси набувають популярності через гнучкість, масштабованість та ізоляцію помилок [11]. ШІ реалізується у вигляді окремих мікросервісів для спеціалізованих завдань [9]. Хмарні платформи надають інструменти для управління контейнерами та оркестрації мікросервісів.

4. Однорівнева (монолітна) архітектура (*Monolithic architecture*). Однорівнева архітектура об'єднує всі компоненти системи в єдину програму або службу. Монолітні системи все ще використовуються для невеликих проектів завдяки простоті розробки та розгортання. ШІ інтегрується безпосередньо в додаток, що може ускладнювати його оновлення та масштабування. Хмарні сервіси можуть спростити управління інфраструктурою, але не забезпечують гнучкість у масштабуванні [12].

5. Розподілена архітектура (*Distributed architecture*). Розподілена архітектура розміщує компоненти ІС на різних фізичних або віртуальних машинах, що взаємодіють через мережу. Розподілені ІС популярні через високу доступність, надійність та масштабованість. ШІ реалізується як розподілені обчислення для паралельної обробки великих обсягів даних. Хмарні платформи забезпечують необхідну інфраструктуру для масштабованих обчислень та зберігання даних.

6. Сервісно-орієнтована архітектура (*Service-Oriented Architecture, SOA*). SOA використовує сервіси як основні компоненти, які можуть бути розподілені по мережі та взаємодіяти один з одним через стандартизовані протоколи [11]. SOA популярна у великих корпоративних середовищах для інтеграції різних ІС і додатків. ШІ реалізується у вигляді окремих сервісів, що підтримують інтелектуальні функції. Хмарні платформи підтримують SOA, надаючи інструменти для розгортання, управління та масштабування сервісів [12].

ІС, які працюють з великими даними (*Big Data*), відіграють важливу роль у сучасному світі, де обсяги інформації зростають експоненційно [19], [23]. Основними аспектами таких систем і технологій, зокрема, є:

1. Клієнт-серверна архітектура може застосовуватися для обробки великих даних шляхом використання потужних серверів, які обробляють великі обсяги інформації, що надходять від численних клієнтів. Сервери можуть використовувати спеціалізовані бази даних, такі як Hadoop або NoSQL бази даних (наприклад, MongoDB, Cassandra), які оптимізовані для роботи з великими наборами даних.

2. У трирівневій архітектурі великими даними може керуватися рівень даних, який використовує розподілені бази даних або сховища даних (*Data Warehouses*) [17]. Рівень бізнес-логіки може включати інструменти аналітики даних і машинного навчання для аналізу та обробки даних у реальному часі.



3. Мікросервісна архітектура дозволяє обробляти великі дані (*Big Data*) більш гнучко, бо кожен мікросервіс може виконувати спеціалізовані завдання, пов'язані з аналізом та обробкою даних [17] – [19]. Це дозволяє розподілити навантаження між численними мікросервісами, що працюють незалежно один від одного [16]. Наприклад, один мікросервіс може відповідати за збір даних, другий — за їх очищення, а третій — за аналіз.

4. Монолітні системи для обробки великих даних можуть використовувати традиційні реляційні бази даних, але вони мають обмеження в масштабованості та ефективності обробки великих обсягів інформації. Тому в цих системах для оптимізації роботи використовуються гібридні підходи, поєднуючи реляційні бази з NoSQL.

5. Розподілені системи ідеально підходять для роботи з великими даними, бо дозволяють обробляти дані паралельно на багатьох вузлах, що значно підвищує їх продуктивність і масштабованість. Приклади технологій включають Hadoop Distributed File System (HDFS) і MapReduce.

6. SOA може використовуватися для інтеграції різних сервісів, які обробляють великі дані. Це дозволяє створювати гнучкі та масштабовані системи, де кожен сервіс виконує певні функції, пов'язані з обробкою даних, наприклад, збирання, зберігання, аналіз та візуалізація даних.

Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання є невід'ємною частиною ІС, що працюють з великими даними [24], [25]. Вони використовуються для автоматизації аналізу даних, виявлення патернів, прогнозування, прийняття рішень. Алгоритми машинного навчання можуть бути реалізовані як окремі сервіси або інтегровані в бізнес-логіку системи [16].

Хмарні платформи, такі як Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) та Microsoft Azure, надають інфраструктуру для обробки та зберігання великих даних. Вони пропонують інструменти для розподіленого зберігання (Amazon S3, Google Cloud Storage), обробки даних (Google BigQuery, Amazon Redshift), а також інструменти для машинного навчання (Amazon SageMaker, Google AI Platform).

Blockchain-технології можуть використовуватися для забезпечення безпеки та прозорості у системах, що працюють з великими даними [7], [17], [18]. Вони дозволяють створювати незмінні записи транзакцій, що особливо важливо для систем, де потрібна висока ступінь надійності та захисту даних.

Одним із головних викликів, з якими стикаються ІС, що працюють з великими даними, є масштабованість. Обробка великих обсягів даних вимагає високопродуктивної інфраструктури та ефективних алгоритмів [19], [23]. Це завдання є особливо складним через зростання обсягів даних, що вимагає вдосконалення технологій і методів обробки.

Забезпечення безпеки великих даних є ще одним серйозним викликом [26]. Захист даних від несанкціонованого доступу та забезпечення їх цілісності є критично важливими завданнями для будь-якої ІС. Враховуючи той факт, що дані можуть зберігатися і оброблятися на різних фізичних і віртуальних платформах, слід визначити, що це ускладнює завдання з безпеки, яке потребує комплексного підходу і використання найсучасніших технологій захисту інформації.

Значним викликом для сучасних ІС та їхнього ПЗ є інтеграція різних джерел даних та систем. Подолання проблем, спричинених цим викликом, ускладнюється через різні формати даних, протоколи та інтерфейси, які використовуються різними системами. Ефективна інтеграція вимагає не лише технічних рішень, але й розробки стандартів та протоколів, які забезпечують сумісність і взаємодію між різними ІС чи їх компонентами.



Однак, великі дані відкривають й значні можливості. Аналіз великих даних дозволяє отримувати цінну інформацію для прийняття стратегічних рішень. Це допомагає організаціям краще розуміти свої процеси, клієнтів і ринки, приймати обґрунтовані рішення, підвищуючи свою ефективність та конкурентоспроможність.

Персоналізація є ще однією важливою можливістю, яку надають великі дані. Використання ШІ для аналізу даних дозволяє створювати персоналізовані послуги та продукти, що підвищує задоволеність клієнтів і сприяє їх утриманню [24]. Це особливо актуально для таких галузей, як електронна комерція, охорона здоров'я та фінансові послуги, де персоналізація може значно покращити користувацький досвід.

Великі дані відкривають також можливості для створення нових бізнес-моделей та інноваційних рішень. Завдяки доступу до великої кількості даних і можливості їх аналізу в реальному часі, організації можуть розробляти нові продукти та послуги, що відповідають поточним і майбутнім потребам ринку, сприяючи інноваційному розвитку та забезпечуючи довгострокову конкурентоспроможність.

ІС, що працюють з великими даними, стають все більш важливими у сучасному світі. Вони допомагають організаціям ефективніше використовувати свої дані, приймати обґрунтовані рішення та залишатися конкурентоспроможними.

Використання сучасних технологій, таких як ШІ, хмарні технології та blockchain, відкриває перед розробниками ПЗ ІС та підприємцями багато можливостей, але й призводить до викликів, які слід вирішувати для успішного впровадження цих інновацій.

Однією з головних можливостей, що забезпечується сучасними технологіями, які використовуються в ІС, є покращення ефективності та продуктивності операцій. ШІ може автоматизувати рутинні завдання, оптимізувати процеси та забезпечувати аналіз даних у реальному часі, що дозволяє підприємствам швидше реагувати на зміни на ринку та покращувати прийняття рішень [14], [25]. Хмарні технології дозволяють збільшити масштабованість та гнучкість інфраструктури, забезпечуючи доступ до ресурсів за потреби та знижуючи витрати на обслуговування [13].

Однак є й виклики, обумовлені впровадженням цих технологій. Зокрема, збільшення обсягів даних та їхній аналіз можуть спричинити проблеми щодо безпеки та конфіденційності інформації (в тому числі й комерційної). Це обумовлює необхідність розробки ефективних стратегій захисту даних і дотримання вимог регулювальних організацій, щоб уникнути порушень та втрати довіри споживачів.

Ще одним викликом є нестабільність технологій та їхній швидкий розвиток. ШІ, хмарні технології та blockchain постійно еволюціонують, і підприємствам треба витратити багато зусиль на оновлення та адаптацію своїх ІС, щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку [9].

З іншого боку, використання цих технологій може забезпечити й значні переваги, такі як розширення ринків та збільшення доходів. Наприклад, використання blockchain для створення децентралізованих платіжних систем може знизити вартість та скоротити час виконання фінансових транзакцій, що сприятиме залученню нових клієнтів та розвитку бізнесу [16], [18].

Таким чином, використання сучасних технологій при розробці та використанні ІС надає компаніям численні можливості для інноваційного розвитку, але водночас вимагає уваги до вирішення викликів, пов'язаних з безпекою, стабільністю та змінами в технологічному ландшафті.



ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті розглянуто сучасні тенденції розробки ІС та їх вплив на ринок ПЗ. Основними тенденціями, які було досліджено, є.

- зростання популярності та використання ШІ в ІС, який відкриває широкі можливості для автоматизації процесів, аналізу даних та прийняття рішень, що сприяє покращенню ефективності та продуктивності бізнесу;
- хмарні технології стають важливим компонентом сучасних ІС, забезпечуючи гнучкість, масштабованість та економічність використання обчислювальних ресурсів, що дозволяє підприємствам зосередитися на своїх основних завданнях та розвитку.
- використання blockchain відкриває нові можливості створення децентралізованих систем обміну даними та цифрових активів, що може привести до трансформацій багатьох галузей, включаючи фінансові послуги та логістику.

У майбутньому розвиток ІС буде тісно пов'язаним з інтеграцією нових технологій та постійним удосконаленням існуючих підходів. Таким чином, розвиток ІС буде залежати від успішного поєднання сучасних технологій, управлінських практик та стратегічного мислення компаній. Ті, хто зможе адаптуватися до змін та інновацій, матимуть можливість забезпечити свою конкурентоспроможність та стабільність у сучасному світі технологій.

Однак разом зі зростанням використання вказаних технологій у розробці ІС виникають і виклики. В подальшому автори планують дослідити проблеми безпеки та конфіденційності даних в ІС, що орієнтовані на обробку Big Data, та шляхи вирішення цих проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нужний, М. О. (2023). *Застосування хмарної платформи Firebase для розробки та розгортання мікросервісів*. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». <https://ela.kpi.ua/items/c3642fb7-8d02-4b26-a5cb-b657b9dce604>
2. *DOU.ua – найбільша українська спільнота розробників. Рейтинг мов програмування*. (2023). <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-2023/>
3. *DOU.ua – найбільша українська спільнота розробників. Рейтинг мов програмування*. (2024). <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-2024/>
4. Овчинніков, С. Д. (2023). *Автоматизована система налаштування аудіо-апаратури під приміщення*. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d185b135-b0a9-49ae-ab0f-bf6b47bb9887/content>
5. Воевода, В. (2023). *Державне управління інноваційною діяльністю в оборонно-промисловому комплексі України*. <https://er.ucu.edu.ua/handle/1/4068>
6. Удудяк, Б. О., Берестенко, Д. О., Мелешко, Є. В., & Якименко, М. С. (2023). Дослідження сучасних систем штучного інтелекту з відкритим кодом для генерації текстів. *VI Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології»*, 81–82.
7. *Blockchain programming: Its main programming languages*. (2021). <https://www.epitech-it.es/blockchain-programming-languages/>
8. *Блокчейн-технології у програмуванні*. (2023). <http://surl.li/tohau>
9. Ковальчук, Є., & Козловський, С. (2024). Особливості використання штучного інтелекту в системах прийняття рішень на базі блокчейн і великих даних. *Наука і техніка сьогодні*, 4(32), 992–1004. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4\(32\)-992-1004](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4(32)-992-1004)
10. Бондаренко, С., & Кіріна, Ю., (2023). *Дані та майбутнє: чого нам чекати від штучного інтелекту*. <https://robotdreams.cc/uk/blog/491-dani-ta-maybutnye-chogo-nam-chekati-vid-shtuchnogo-intelektu>



11. Mishra, S. K., & Sarkar, A. (2022). Service-oriented architecture for internet of things: a semantic approach. *Journal of King Saud University. Computer and Information Sciences*, 34(10), 8765–8776. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.09.024>
12. Islam, R., Patamsetti, V., Gadhi, A., Gondu, R., Bandaru, C., Kesani, S. & Abiona, O. (2023) The Future of Cloud Computing: Benefits and Challenges. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, 16, 53–65. <https://doi.org/10.4236/ijcns.2023.164004>.
13. Shaji George, A., Hovan George, A. S., & Baskar, T. (2023). Edge Computing and the Future of Cloud Computing: A Survey of Industry Perspectives and Predictions. *Partners Universal International Research Journal*, 2(2), 19–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8020101>
14. Habbal, A., Ali, M. K., & Abuzaraida, M. A. (2024). Artificial Intelligence Trust, Risk and Security Management (AI TRiSM): Frameworks, applications, challenges and future research directions. *Expert Systems with Applications*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122442>
15. Belhadi, A. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Annals of Operations Research*, 333, 627–652. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x>
16. Kumar, S. (2023) Artificial intelligence and blockchain integration in business: trends from a bibliometric-content analysis. *Information Systems Frontiers*, 25, 871–896. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10279-0>
17. Acciarini, C. (2023). How can organizations leverage big data to innovate their business models? A systematic literature review. *Technovation*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102713>
18. Maroufkhani, P., Iranmanesh, M. & Ghobakhloo, M. (2023). Determinants of big data analytics adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs). *Industrial Management & Data Systems*, 123(1), 278–301. <https://doi.org/10.1108/IMDS-11-2021-0695>
19. Alsmadi, A. A., Shuhaiber, A., Al-Okaily, M., Al-Gasaymeh, A., & Alrawashdeh, N. (2023). Big data analytics and innovation in e-commerce: current insights and future directions. *Journal of Financial Services Marketing*. 1–18. <https://doi.org/10.1057/s41264-023-00235-7>
20. Sarangam, A. (2021). *Top 10 Cloud Operating Systems: A Comprehensive Guide*. <https://www.jigsawacademy.com/blogs/cloud-computing/cloud-operating-system/>
21. *Cloud Computing for Beginners with Microsoft*. (2021). https://www.udemy.com/course/azure-cloud-computing/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=MicrosoftAzure
22. *What is cloud computing*. (2022). <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/#cloud-deployment-types>
23. *What is Big Data and Why is it Important*. (2021). <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/big-data>
24. McCallum S., Vallance, C., Gerken, T., & Clarke J. (2024). *What is AI, how does it work and what can it be used for?* <https://www.bbc.com/news/technology-65855333>
25. Gent, E. (2024). *What is artificial intelligence (AI)?* <https://www.livescience.com/technology/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence-ai>
26. Xing, J. (2019). The Application of Artificial Intelligence in Computer Network Technology in Big Data Era. *4th International Workshop on Materials Engineering and Computer Sciences*, 211–215. <https://doi.org/10.25236/iwmeecs.2019.044>

**Olha Tkachenko**

PhD of physical and mathematical sciences, docent, associate professor at the department of information technologies
State University of Infrastructure and Technology, Kyiv, Ukraine
associate professor at the department of computer science
Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-1800-618X
oitkachen@gmail.com

Kostiantyn Tkachenko

PhD of economical sciences, docent, associate professor at the department of computer systems software
National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-0549-3396
tkachenko.kostyantyn@gmail.com

Mykhailo Piddubchenko

undergraduate at the department of information technologies
State University of Infrastructure and Technology, Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0009-0004-6929-1907
poddubm@gmail.com

ANALYSIS OF MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The rapid technological development of recent years has significantly affected the field of information systems development. Modern trends in the development of information systems significantly affect the software market. In particular, there is a growing demand for integrated solutions and software that effectively integrates with existing systems. The development of cloud technologies, the use of artificial intelligence, data analytics, Big Data processing technologies, and the expansion of the use of mobile technologies also affect the software market, stimulating innovation and contributing to changes in approaches to the development and delivery of software of various classes of information systems. The material of the article is aimed at the analysis of modern trends in the field of development of information systems of various classes and the identification of the main aspects that determine the direction of development of modeling technologies, design and development of information systems. The purpose of the article is the analysis of modern trends in the development of information systems, the disclosure of their impact on modern business processes, the software market, and the determination of promising directions for the development of modeling technologies, design and development of information systems. Research methods are the analysis of literary sources, statistical data, results of practical use of information systems in various fields. In addition, the influence of the latest technologies, in particular such as artificial intelligence, big data, and cloud technologies, on the development of information systems is analyzed. The novelty of the conducted research is the definition of modern trends and approaches to the development of information systems, which takes into the account not only technical aspects, but also the influence of social, economic and cultural factors on this process. Changes in the requirements for information systems in connection with the growth of digital transformation of modern enterprises are also considered. The conclusion of the conducted research is the need for constant updating and adaptation of enterprises to the modern, rapidly changing information and technological environment. Understanding these trends will enable organizations to effectively use information systems as a tool to achieve their strategic goals.

Keywords: information systems; the latest software development technologies; technological development; digital transformation; Artificial Intelligence; big data; cloud technologies.



REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 1 Nuzhnyi, M. O. (2023). *Using the Firebase cloud platform for developing and deploying microservices*. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". <https://ela.kpi.ua/items/c3642fb7-8d02-4b26-a5cb-b657b9dce604>
- 2 DOU.ua – the largest Ukrainian community of developers. *Rating of programming languages*. (2023). <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-2023/>
- 3 DOU.ua – the largest Ukrainian community of developers. *Rating of programming languages*. (2024). <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-2024/>
- 4 Ovchinnikov, S. D. (2023). Automated system for setting up audio equipment for the room. *National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d185b135-b0a9-49ae-ab0f-bf6b47bb9887/content>
- 5 Voivoda, V. (2023). State management of innovative activities in the defense-industrial complex of Ukraine. <https://er.ucu.edu.ua/handle/1/4068>
- 6 Ududiyak, B.O., Berestenko, D.O., Meleshko, E.V., Yakymenko, M.S. (2023). Research of modern artificial intelligence systems with open source for text generation. <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/deb15062-8852-4343-a0a3-16aaa57ed455/content#page=81>
- 7 *Blockchain programming: Its main programming languages*. (2021). <https://www.epitech-it.es/blockchain-programming-languages/>
- 8 *Blockchain technologies in programming*. (2023). <http://surl.li/tohau>
- 9 Kovalchuk, E., & Kozlovskiy, S. (2024). Peculiarities of using artificial intelligence in decision-making systems based on blockchain and big data. *Science and technology today*, 4(32). 992–1004. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4\(32\)-992-1004](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-4(32)-992-1004)
- 10 Bondarenko, S., & Kirina, Yu., (2023). *Data and the future: what to expect from artificial intelligence*. <https://robotdreams.cc/uk/blog/491-dani-ta-maybutnye-chogo-nam-chekati-vid-shtuchnogo-intelektu>
- 11 Mishra, S. K., & Sarkar, A. (2022). Service-oriented architecture for internet of things: a semantic approach. *Journal of King Saud University. Computer and Information Sciences*, 34(10), 8765–8776. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.09.024>
- 12 Islam, R., Patamsetti, V., Gadhi, A., Gondu, R., Bandaru, C., Kesani, S. & Abiona, O. (2023) The Future of Cloud Computing: Benefits and Challenges. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, 16, 53–65. <https://doi.org/10.4236/ijcns.2023.164004>
- 13 Shaji George, A., Hovan George, A. S., & Baskar, T. (2023). Edge Computing and the Future of Cloud Computing: A Survey of Industry Perspectives and Predictions. *Partners Universal International Research Journal*, 2(2), 19–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8020101>
- 14 Habbal, A., Ali, M. K., & Abuzaraida, M. A. (2024). Artificial Intelligence Trust, Risk and Security Management (AI TRiSM): Frameworks, applications, challenges and future research directions. *Expert Systems with Applications*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122442>
- 15 Belhadi, A. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Annals of Operations Research*, 333, 627–652. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x>
- 16 Kumar, S. (2023) Artificial intelligence and blockchain integration in business: trends from a bibliometric-content analysis. *Information Systems Frontiers*, 25, 871–896. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10279-0>
- 17 Acciarini, C. (2023). How can organizations leverage big data to innovate their business models? *A systematic literature review*. *Technovation*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102713>
- 18 Maroufkhani, P., Iranmanesh, M. & Ghobakhloo, M. (2023). Determinants of big data analytics adoption in small and medium-sized enterprises (SMEs). *Industrial Management & Data Systems*, 123(1), 278–301. <https://doi.org/10.1108/IMDS-11-2021-0695>
- 19 Alsmadi, A. A., Shuhaiber, A., Al-Okaily, M., Al-Gasaymeh, A., & Alrawashdeh, N. (2023). Big data analytics and innovation in e-commerce: current insights and future directions. *Journal of Financial Services Marketing*. 1–18. <https://doi.org/10.1057/s41264-023-00235-7>
- 20 Sarangam, A. (2021). *Top 10 Cloud Operating Systems: A Comprehensive Guide*. <https://www.jigsawacademy.com/blogs/cloud-computing/cloud-operating-system/>
- 21 *Cloud Computing for Beginners with Microsoft*. (2021). https://www.udemy.com/course/azure-cloud-computing/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=MicrosoftAzure
- 22 *What is cloud computing*. (2022). <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-cloud-computing/#cloud-deployment-types>



- 23 *What is Big Data and Why is it Important.* (2021). <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/big-data>
- 24 McCallum S., Vallance, C., Gerken, T., & Clarke J. (2024). *What is AI, how does it work and what can it be used for?* <https://www.bbc.com/news/technology-65855333>
- 25 Gent, E. (2024). *What is artificial intelligence (AI)?* <https://www.livescience.com/technology/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence-ai>
- 26 Xing, J. (2019). The Application of Artificial Intelligence in Computer Network Technology in Big Data Era. *4th International Workshop on Materials Engineering and Computer Sciences*, 211–215. <https://doi.org/10.25236/iwmecs.2019.044>



This work is licensed under Creative Commons Attribution-noncommercial-sharelike 4.0 International License.