

Андрощук Ольга Володимирівна (кандидат психологічних наук)

Голобородько Максим Юрійович (кандидат технічних наук, старший науковий співробітник)

Кондратенко Юлій Валерійович (доктор філософії)

Литовченко Ганна Дмитрівна

Національний університет оборони України, Київ, Україна

КРИТЕРІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Метою статті є визначення основних критеріїв якості хмарних сервісів та розроблення рекомендацій для їх оцінювання і впровадження в інформаційну інфраструктуру організації. Через швидкий розвиток хмарних технологій та збільшення їхньої популярності серед господарюючих суб'єктів різних розмірів і галузей, виникає необхідність у детальному аналізі та оцінюванні різних хмарних платформ. Це особливо актуально у світлі різноманітних вимог, що висувуються до хмарних сервісів, зокрема, стосовно їхньої продуктивності, безпеки, доступності, економічної ефективності та сумісності з існуючими інформаційними системами. Для досягнення поставленої мети було використано методи порівняльного аналізу, систематизації, а також моделювання. Ці методи дали змогу провести глибокий аналіз характеристик найбільш популярних хмарних платформ, таких як Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform та IBM Cloud. У процесі наукової роботи було визначено основні критерії, за якими можна оцінювати якість хмарних сервісів, зокрема: продуктивність, безпека, доступність, масштабованість, підтримка користувачів, а також вартість послуг. Зазначений методологічний підхід дав змогу розкрити основні переваги та недоліки різних хмарних платформ, що дало змогу запропонувати практичні рекомендації для їх впровадження. Результати дослідження містять розробку комплексного підходу до оцінювання якості хмарних сервісів, що базується на запропонованих критеріях. Важливою частиною наукової роботи стало порівняння різних хмарних платформ за цими критеріями, що дає змогу організаціям більш обґрунтовано підходити до вибору відповідної платформи для своїх потреб. Наукова новизна роботи полягає у систематизації критеріїв оцінювання, а також у вдосконаленні підходів до аналізу хмарних сервісів. Запропоновані критерії враховують як традиційні вимоги до хмарних сервісів, так і сучасні виклики, пов'язані з безпекою та економічною ефективністю. Розроблений підхід до оцінювання хмарних сервісів є важливим інструментом для прийняття рішень щодо впровадження хмарних технологій у сучасні інформаційні системи. Практична значущість дослідження полягає у створенні рекомендацій, які можуть бути використані організаціями для підвищення ефективності використання хмарних сервісів, зокрема, у питаннях управління ресурсами, забезпечення безпеки даних та оптимізації витрат. Крім того, дослідження закладає основу для подальших наукових розробок у сфері хмарних технологій, зокрема, щодо інтеграції мультихмарних та гібридних середовищ. Отже, стаття пропонує комплексний підхід до оцінювання якості хмарних сервісів, який може бути використаний як в теоретичних дослідженнях, так і в практичній діяльності підприємств. Результати дослідження дадуть змогу підвищити ефективність інформаційної інфраструктури, забезпечити її відповідність сучасним вимогам бізнесу та сприяти більш раціональному використанню ресурсів. Це особливо важливо в умовах зростаючої конкуренції та підвищення вимог до безпеки і продуктивності хмарних технологій, що стають дедалі більш значущими для сучасних організацій.

Ключові слова: хмарні сервіси, інформаційна інфраструктура, оцінювання якості, продуктивність, безпека, доступність, масштабованість.

Вступ

З розвитком інформаційних технологій та зростанням обсягів даних, хмарні сервіси стали невід'ємною частиною сучасної інформаційної інфраструктури. Вони надають організаціям безпрецедентні можливості для зберігання, обробки та аналізу даних, забезпечуючи високу масштабованість, гнучкість та ефективність витрат. Проте, з розширенням ринку хмарних платформ виникає необхідність у детальному аналізі та порівнянні цих сервісів, щоб забезпечити вибір

найбільш відповідного рішення для конкретних потреб. Незважаючи на те, що ринок хмарних сервісів представлений численними платформами, такими як Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform та IBM Cloud, організації часто стикаються з труднощами під час вибору оптимального рішення. Відсутність чітких критеріїв оцінювання якості хмарних сервісів може призвести до неправильного вибору платформи, що негативно вплине на продуктивність, безпеку та економічну ефективність.

Постановка проблеми. Хмарні сервіси відіграють ключову роль у сучасній інформаційній інфраструктурі, надаючи організаціям можливість гнучко та ефективно управляти своїми інформаційними ресурсами. Завдяки хмарним технологіям, організації можуть швидко масштабувати свої ресурси, підвищувати швидкість розгортання нових сервісів та забезпечувати безперебійний доступ до даних та додатків незалежно від місця знаходження користувачів.

Одним із найважливіших аспектів хмарних сервісів є їхня здатність забезпечувати високу надійність та доступність інформаційних систем. Хмарні платформи також дають змогу організаціям підвищувати рівень безпеки, впроваджуючи сучасні методи захисту даних, такі як шифрування, багатофакторна автентифікація та постійний моніторинг. Крім того, хмарні сервіси сприяють інноваціям, забезпечуючи доступ до новітніх технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання та великі дані, що дає змогу організаціям залишатися конкурентоспроможними в умовах цифрової економіки.

Зважаючи на всі переваги, хмарні сервіси стали невід'ємною частиною інформаційної інфраструктури багатьох організацій, надаючи їм можливість оптимізувати витрати, підвищувати ефективність і гнучкість та забезпечувати високий рівень безпеки і доступності даних. Однак, зростаюча залежність від хмарних технологій висуває нові вимоги до їх оцінювання, що робить критично важливим розробку узгоджених критеріїв якості та рекомендацій для їх вибору та впровадження.

З розвитком хмарних технологій організації отримали доступ до потужних інструментів для управління своїми інформаційними ресурсами. Однак, зростаюча залежність від хмарних сервісів супроводжується низкою викликів, серед яких ключовими є забезпечення надійності, безпеки, продуктивності та доступності цих сервісів. Незважаючи на численні переваги хмарних технологій, відсутність узгоджених і стандартизованих критеріїв для оцінювання їхньої якості створює серйозні ризики для організацій. Це може призводити до вибору неякісних або невідповідних сервісів, що в свою чергу впливає на ефективність ІТ-процесів, безпеку даних та загальну стабільність інформаційної інфраструктури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки зростає кількість наукових досліджень і публікацій, присвячених оцінюванню якості хмарних сервісів, що відображає важливість цієї теми в умовах сучасного розвитку інформаційних технологій. Останні дослідження хмарних технологій висвітлюють різні аспекти їх застосування та виклики. Л. О. Нікітіна, Н. В. Дженюк і Л. В. Борисова дослідили ризики хмарних сервісів і запропонували експертну систему для їх оцінки, що є важливим у сучасному цифровому середовищі [4]. І. В. Малярчук та М. А. Смолинець вивчали безпекові аспекти та

підвищення ефективності бізнес-процесів через впровадження хмарних технологій, особливо в умовах воєнного стану [2; 3]. Закордонні дослідники, такі як С. Папе, Т. Алі, А. Альзахрані та Т. Аліяс звернули увагу на вибір безпечних хмарних провайдерів, гібридні підходи для поліпшення надійності даних у хмарних сховищах та методи оцінки ризиків, що є критичними для забезпечення надійності та безпеки хмарних сервісів [7; 8; 14]. Однак розробка критеріїв та методів оцінювання якості хмарних сервісів, що є важливим для ефективного їх використання в інформаційній інфраструктурі, залишається недостатньо висвітленими.

Метою дослідження є визначення основних критеріїв якості хмарних сервісів та розроблення рекомендацій для їх оцінювання і впровадження в інформаційну інфраструктуру організацій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Хмарні сервіси займають важливе місце в сучасній інформаційній інфраструктурі. *Хмарні обчислення* (Cloud Computing) – це модель надання комп'ютерних ресурсів (обчислювальних потужностей, зберігання даних, мережевих можливостей та програмного забезпечення) через інтернет на вимогу. Хмарні обчислення дають змогу користувачам отримувати доступ до ресурсів, не вкладаючи коштів у створення та підтримку власної ІТ-інфраструктури.

Існують такі моделі розгортання хмарних сервісів [9]:

Публічна хмара (Public Cloud) – це модель хмарних обчислень, в якій ресурси, такі як сервери, сховища даних та програмне забезпечення, надаються стороннім хмарним провайдером та доступні для загального користування через Інтернет. Основними постачальниками публічних хмар є Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP) тощо.

Приватна хмара (Private Cloud) – це модель хмарних обчислень, у якій ресурси використовуються виключно однією організацією. На відміну від публічної хмари, де ресурси доступні широкому загалу через Інтернет, приватна хмара функціонує в контрольованому середовищі та керується організацією.

Гібридна хмара (Hybrid Cloud) – це поєднання приватної та публічної хмар, що дає змогу переміщувати дані та програми між ними. Вона пропонує більше можливостей для розгортання інфраструктури, ніж традиційні моделі лише приватної чи публічної хмари.

Спільна хмара (Community Cloud) – це модель, в якій хмарні ресурси використовуються кількома організаціями з подібними інтересами чи потребами. Ця модель створюється для обслуговування певної спільноти або галузі зі схожими вимогами.

Мультихмара (Multi-Cloud) – це стратегія, за якої організація одночасно використовує послуги кількох хмарних провайдерів. Замість залежності

від одного постачальника, мультимедіа дає змогу комбінувати ресурси з різних хмар для виконання різноманітних завдань або додатків [6].

Попри те, що всі хмарні сервіси базуються на концепції «віддалених» обчислень, їх реалізація може значно відрізнитися залежно від призначення ресурсу, потреб користувача та наявних функцій. Три найпопулярніші моделі використання хмарних технологій включають:

IaaS (Infrastructure as a Service) – надає базову інфраструктуру, таку як віртуальні машини, сховища даних і мережеві ресурси. IaaS дає змогу користувачам керувати операційними системами та додатками, залишаючи управління фізичною інфраструктурою на провайдера.

PaaS (Platform as a Service) – надає розробникам інструменти і середовище для розробки, тестування та розгортання додатків. PaaS усуває необхідність керування базовою інфраструктурою, фокусуючи увагу на створенні програмного забезпечення.

SaaS (Software as a Service) – дає змогу користувачам отримувати доступ до програмного забезпечення через інтернет без необхідності встановлення та обслуговування.

Основними перевагами використання хмарних сервісів є [13]:

Масштабованість (Scalability) – здатність хмарної інфраструктури збільшувати або зменшувати ресурси відповідно до потреб користувача. Масштабованість є однією з ключових переваг хмарних сервісів, що дозволяє організаціям ефективно управляти своїми ресурсами.

Безпека в хмарі (Cloud Security) – комплекс заходів, що забезпечують захист даних, додатків та інфраструктури в хмарному середовищі. Безпека включає управління доступом, шифрування, виявлення загроз та інші технології, спрямовані на запобігання несанкціонованому доступу та втраті даних.

Надійність (Reliability) – здатність системи безперебійно функціонувати протягом заданого часу. Висока надійність забезпечується завдяки дублюванню даних, автоматичному резервному копіюванню та використанню географічно розподілених дата-центрів.

Управління хмарними ресурсами (Cloud Resource Management) – процес управління розподілом та використанням хмарних ресурсів для забезпечення їх ефективного функціонування. Це включає управління обчислювальними потужностями, сховищами, мережею та додатками.

Знання цих понять і термінів є важливим для розуміння принципів роботи хмарних сервісів та їхнього впливу на інформаційну інфраструктуру. Це також дозволяє більш обґрунтовано підходити до вибору, впровадження та оцінювання якості хмарних технологій.

Оцінювання якості хмарних сервісів є важливим аспектом для організацій, які інтегрують ці технології у свою інформаційну інфраструктуру. Існує кілька моделей та методик, які пропонують різні підходи до оцінювання якості хмарних сервісів, враховуючи різні критерії та аспекти.

Модель NIST (National Institute of Standards and Technology (Національний інститут стандартів і технологій США)) запропонував стандартизовану модель оцінювання якості хмарних сервісів, яка охоплює кілька ключових аспектів:

безпека: оцінює рівень захисту даних і додатків у хмарному середовищі, включно із шифруванням, управлінням доступом і захистом від кіберзагроз;

продуктивність: вимірює швидкість і ефективність виконання завдань, таких як обробка даних і реакція на запити користувачів;

доступність: оцінює рівень доступності хмарних сервісів, тобто, наскільки часто такий сервіс є доступним для користувачів без збоїв;

масштабованість: аналізує здатність системи до швидкого і гнучкого збільшення або зменшення ресурсів у відповідь на змінні потреби [13].

Модель SERVQUAL (Service Quality (якість сервісу)), спочатку розроблена для оцінювання якості обслуговування, була адаптована для хмарних сервісів. Вона базується на п'яти основних критеріях [20]:

надійність – спосіб, яким сервіс виконує свої зобов'язання перед користувачем;

впевненість – міра, в якій користувач довіряє сервісу та його можливостям;

чуйність – здатність сервісу швидко реагувати на запити користувачів і вирішувати проблеми;

конкретність – фізичні аспекти надання сервісу, включаючи інтерфейс користувача і документацію;

емпатія – рівень персоналізованої уваги та підтримки, яку отримують користувачі.

Модель MCDA (multi-criteria decision-making (Багатокритеріальна модель прийняття рішень)). Багатокритеріальні моделі прийняття рішень є одним з найпоширеніших підходів до оцінювання якості хмарних сервісів. Ці моделі дозволяють враховувати різноманітні критерії якості та їхню вагу для конкретної організації:

АНР (Analytic Hierarchy Process (Метод аналізу ієрархій)). Парне порівняння критеріїв та альтернатив для визначення їхніх ваг та пріоритетів. Підходить для систематизації складних рішень [16].

АНР (Analytic Network Process (Аналіз мережевих процесів)). Розширений АНР, який враховує взаємозалежності між критеріями, дозволяючи більш гнучко моделювати складні системи [17].

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (Метод упорядкування преференцій за подібністю до ідеального рішення)). Оцінює альтернативи за відстанню до ідеального позитивного та негативного рішення, вибираючи найкращу за мінімальною відстанню до ідеалу [12].

VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Багатокритеріальна оптимізація та компромісне рішення)). Фокусується на пошуку компромісного рішення за суперечливих критеріїв, враховуючи ваги та відмінності між альтернативами [14].

PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations (Метод організації ранжування преференцій для збагачення оцінок)). Метод outranking для ранжування альтернатив, заснований на функціях переваги для кожного критерію [16].

ELECTRE (ÉLimation Et Choix Traduisant la REalité (Усунення та вибір, що виражає реальність)). Також метод outranking, який усуває слабші альтернативи на основі парних порівнянь за множинними критеріями [17].

DEA (Data Envelopment Analysis (Аналіз середовища функціонування)). Використовує лінійне програмування для оцінки ефективності альтернатив, не потребуючи загальних вагових коефіцієнтів [10].

WASPAS (Weighted Aggregates Sum Product Assessment (Оцінка зваженої агрегованої суми та продукту)). Поєднує два методи зваженої суми і зваженого продукту для простого та ефективного багатокритеріального аналізу [19].

Модель QoS (Quality of Service (Якість обслуговування)) це показник продуктивності та надійності послуг у мережах передачі даних або ІТ-системах. QoS визначає пріоритетність трафіку, забезпечуючи стабільну роботу критично важливих додатків шляхом управління пропускну здатністю, затримками, втратою пакетів і іншими параметрами, які впливають на якість роботи мережі або сервісу. Вона містить такі показники [18]:

час реакції (response time) – стисло показує загальну продуктивність хмарної служби. Показник вказує, наскільки швидко хмарний сервіс може бути доступним для використання. Час відповіді визначається як час між надсиланням повідомлення-запиту до отримання повідомлення-відповіді;

доступність (availability) – визначає час (у відсотках), протягом якого хмарний сервіс доступний у мережі;

надійність (reliability) – означає, як хмарна служба працює без збоїв за певних умов роботи протягом певного періоду часу;

пропускна здатність (throughput) – вказує кількість завдань, виконаних хмарним сервісом за певний час. Для системи обробки транзакцій пропускна здатність вимірюється як кількість транзакцій за секунду;

вартість (cost) – завжди є важливим чинником прийняття рішень. Нелегко порівнювати ціни на різні послуги, оскільки вони пропонують різні функції, а тому мають багато вимірів. У хмарному сценарії користувач платить лише на основі використання.

Методика ENISA (European Union Agency for Cybersecurity (Європейська агенція з кібербезпеки)) розробила методіку для оцінювання якості хмарних сервісів з акцентом на безпеку та відповідність нормативним вимогам. Основні критерії включають [11]:

конфіденційність даних – оцінка заходів, які

забезпечують захист даних від несанкціонованого доступу;

інтеграція та сумісність – здатність сервісу інтегруватися з іншими системами та платформами;

відповідність регуляторним вимогам – перевірка відповідності хмарного сервісу нормативним актам та стандартам, таким як GDPR.

Окрім теоретичних моделей, практичний підхід до оцінювання якості хмарних сервісів містить порівняння різних хмарних платформ на основі реальних даних. Це дає змогу виявити сильні та слабкі сторони конкретних сервісів у різних умовах експлуатації. Загалом, існуючі моделі та методіки оцінювання якості хмарних сервісів пропонують різні підходи, що дають змогу враховувати специфічні вимоги організацій та особливості хмарних технологій. Вибір конкретної моделі залежить від пріоритетів, цілей та вимог користувачів, а також від характеру інформаційної інфраструктури, у яку інтегруються хмарні сервіси.

Для дослідження критеріїв і рекомендацій з оцінювання якості хмарних сервісів використовуються різноманітні методи збору та аналізу даних. Ці методи забезпечують всебічне й об'єктивне розуміння ефективності та надійності хмарних сервісів, а також дозволяють розробити практичні рекомендації для організацій.

Процес збору даних для оцінювання якості хмарних сервісів в інформаційній інфраструктурі організації базується на використанні кількох підходів, кожен з яких забезпечує різні аспекти аналізу сервісів. Одним з основних методів є моніторинг хмарних сервісів в реальному часі. Для цього використовуються системи моніторингу, такі як Nagios або Zabbix, які дають змогу збирати дані про продуктивність, надійність та доступність сервісів. Моніторинг забезпечує регулярне оновлення даних і дозволяє оперативно виявляти відхилення від встановлених показників якості.

Іншим методом є збір даних за допомогою логів та систем управління подіями, таких як SIEM (система управління інформацією та подіями безпеки (Security Information and Event Management)). Цей підхід дає змогу фіксувати події, що відбуваються в системі, зокрема ті, що пов'язані з безпекою, надійністю та помилками в роботі сервісів. Логи дають змогу детально аналізувати дії користувачів і систему взаємодії компонентів, що є особливо важливим для оцінки безпеки хмарних рішень.

Збір опитувань та зворотного зв'язку від користувачів також відіграє важливу роль у процесі збору даних. Цей метод дозволяє оцінити задоволеність користувачів і з'ясувати їхню думку щодо зручності та надійності сервісів. Важливою є можливість отримати емпіричні дані, які будуть базуватися на реальному досвіді роботи з сервісами, що дозволить виявити недоліки або проблеми, які можуть залишатися непоміченими через технічні засоби моніторингу.

Бенчмаркінг, як процес визначення, розуміння та адаптації наявних прикладів ефективного функціонування підприємства з метою покращення власної роботи [2], використовується для порівняння даних про хмарні сервіси організації з кращими практиками в галузі та міжнародними стандартами, такими як ISO/IEC 25010. За допомогою цього методу можна збирати порівняльні дані щодо різних аспектів роботи хмарних сервісів і визначати, як вони відповідають еталонним показникам. Це дає змогу отримати об'єктивне уявлення про якість сервісів порівняно з іншими рішеннями.

Аналіз даних, зібраних для оцінювання якості хмарних сервісів, базується на використанні різних підходів та інструментів, які дозволяють виявити сильні та слабкі сторони сервісів. Один із ключових методів – це статистичний аналіз, який допомагає обробляти великі масиви даних, отриманих через моніторинг, логи та інші джерела. За допомогою статистичних методів, як-от регресійний аналіз або кластеризація, можна виявляти закономірності в поведінці сервісів, прогнозувати можливі збої та оцінювати стабільність роботи.

Водночас, для оцінки сильних і слабких сторін хмарних сервісів, а також визначення загроз та можливостей використовується SWOT-аналіз. Такий аналіз являє собою підхід до планування, заснований на виявленні внутрішніх і зовнішніх факторів об'єкта. SWOT-аналіз дозволяє систематизувати дані, отримані через бенчмаркінг та інші джерела, і створити загальну картину щодо відповідності сервісів встановленим критеріям якості. Це допомагає визначити, які аспекти сервісів потребують покращення або захисту від потенційних ризиків.

Моделювання та симуляція є ще одним важливим методом аналізу даних. Цей підхід дає змогу створювати віртуальні моделі хмарних сервісів і тестувати їх у різних сценаріях, що імітують реальні умови експлуатації. Використовуючи програмне забезпечення для моделювання, можна аналізувати поведінку сервісів під час пікових навантажень, оцінювати їхню масштабованість і прогнозувати їхню надійність в умовах стресових ситуацій.

Зрештою, інтерпретація отриманих даних здійснюється через підготовку звітів та рекомендацій. На основі аналізу зібраних даних визначаються ключові недоліки у функціонуванні хмарних сервісів, а також потенційні загрози для їхньої безпеки та надійності. Ці звіти містять рекомендації щодо покращення роботи сервісів, наприклад, зміни конфігурацій, підвищення захисту або оптимізацію ресурсів для досягнення кращих результатів.

Застосування цих методів збору та аналізу даних дають змогу отримати надійну інформацію щодо якості хмарних сервісів, розробити обґрунтовані рекомендації для їх вибору та впровадження, а також підвищити ефективність

використання хмарних технологій в інформаційній інфраструктурі організацій.

Оцінювання якості хмарних сервісів для інформаційної інфраструктури організації включає використання ряду критеріїв, що дозволяють комплексно та систематично оцінювати різні аспекти функціонування сервісів. Критерії охоплюють технічні, безпекові, операційні та економічні показники, які мають велике значення для надійності та ефективності хмарних рішень в умовах специфічних вимог організації. Виходячи з вищевведених моделей оцінювання якості хмарних технологій, можна виділити такі критерії:

Доступність (Availability) є одним із ключових критеріїв якості хмарних сервісів. Вона вимірює здатність сервісу залишатися доступним для користувачів упродовж визначеного часу. Для організації цей показник є критичним, оскільки недоступність сервісів може серйозно вплинути на оперативну діяльність та оборонні процеси. Зазвичай доступність вимірюється у відсотках часу, коли сервіс працює безперебійно, з урахуванням планових та аварійних простоїв. Досягнення високого рівня доступності є обов'язковою умовою для сервісів організації.

Надійність (Reliability) оцінює здатність хмарного сервісу виконувати свої функції без збоїв протягом тривалого часу. Це включає стабільність роботи системи під час нормальних умов експлуатації, а також здатність швидко відновлюватися після збоїв. У випадку інформаційних сервісів організації, де стійкість до збоїв і відмов є важливою умовою, цей показник забезпечує безперервність ключових операцій. Оцінка надійності базується на показниках таких як середній час до виникнення помилок (MTBF) та середній час відновлення (MTTR).

Безпека (Security) є найважливішим критерієм оцінки якості хмарних сервісів, особливо для організації, де конфіденційність і цілісність даних мають пріоритетне значення. Оцінка безпеки включає аналіз захищеності хмарних сервісів від внутрішніх та зовнішніх загроз, здатність запобігати несанкціонованому доступу до даних, а також відповідність сервісів міжнародним стандартам безпеки (наприклад, ISO/IEC 27001). Безпека також включає реалізацію таких механізмів, як шифрування, багатофакторна автентифікація та контроль доступу.

Продуктивність (Performance) хмарних сервісів визначає швидкість та ефективність їхньої роботи в умовах різного рівня навантаження. Цей критерій включає такі показники, як час відгуку сервісу, час обробки запитів і здатність сервісу підтримувати стабільну роботу під час зростання кількості користувачів чи обсягу даних. У контексті організації продуктивність особливо важлива для забезпечення оперативної обробки критичних даних та швидкого доступу до інформаційних ресурсів.

Масштабованість (Scalability) є здатністю хмарного сервісу адаптуватися до зростаючих вимог щодо навантаження або обсягу даних, не втрачаючи продуктивності та ефективності. Для

організації важливо, щоб хмарні сервіси могли швидко розширювати свої ресурси у випадку збільшення числа користувачів або обсягу оброблюваних даних, особливо під час проведення операцій з високим рівнем активності. Оцінка масштабованості включає перевірку здатності хмарної інфраструктури розподіляти додаткові ресурси в залежності від потреб.

Зручність використання (Usability) стосується зручності в адмініструванні та управлінні хмарними сервісами. Вона включає можливість швидкого налаштування, моніторингу, оновлення та відстеження стану сервісу в режимі реального часу. Для організації це важливо, оскільки ефективно управління сервісами допомагає вчасно реагувати на потенційні проблеми і збої. Оцінка керуваності також включає доступ до інструментів аналітики, які дозволяють відслідковувати стан системи і прогнозувати її продуктивність.

Сумісність (Compatibility) оцінює, наскільки добре хмарні сервіси інтегруються з існуючими системами та технологіями, що використовуються в організації. Оцінка цього критерію включає аналіз здатності сервісів працювати з різними операційними системами, програмним забезпеченням та апаратними засобами. Висока сумісність є важливою для уникнення додаткових витрат на адаптацію чи модернізацію існуючих рішень.

Гнучкість (Flexibility) визначає можливість налаштування хмарного сервісу під змінні потреби організації. Оцінювання цього критерію включає здатність сервісів до модифікації конфігурацій, функціональності або обсягу ресурсів без значних технічних обмежень. Для організації важливо, щоб хмарні сервіси могли швидко адаптуватися до зміни потреб під час проведення військових операцій або оперативного планування.

Під час оцінювання якості хмарних сервісів в інформаційній інфраструктурі організації можна розглядати конкретні приклади популярних хмарних платформ. Одним із таких сервісів є

Amazon Web Services (AWS), який вирізняється своєю масштабованістю, високою продуктивністю та наявністю багатофункціональних інструментів для забезпечення безпеки. AWS часто використовують для обробки великих обсягів даних і підтримки систем із високими вимогами до надійності. Цей сервіс має переваги в управлінні ресурсами, які можуть бути критично важливими для оперативної діяльності організації.

Microsoft Azure, відомий своєю глибокою інтеграцією з іншими продуктами Microsoft, такими як Windows Server та Office 365. Azure пропонує потужні функції для керування доступом, що важливо для безпеки та управління даними. Крім того, цей сервіс має високий рівень підтримки користувачів, що є ключовим фактором під час впровадження нових рішень в організаціях з великим обсягом критичних даних, таких як організації. Інтеграція з корпоративними системами робить Azure привабливим для середовищ, де вже активно використовуються інші продукти Microsoft.

Google Cloud Platform (GCP), який вирізняється високою продуктивністю, особливо в області аналітики та машинного навчання, що може бути важливим для розвідки та обробки великих обсягів даних у військовій сфері. GCP також має високий рівень інтеграції з іншими сервісами Google, що робить його зручним для роботи з великими масивами інформації та швидкою обробкою даних. IBM Cloud, який пропонує рішення для великих організацій з акцентом на безпеку, гнучкість і надійність. IBM Cloud добре підходить для підприємств, які потребують спеціалізованих рішень із посиленням захистом і стабільною роботою в умовах підвищених вимог.

На основі теоретичного аналізу особливостей платформ AWS, Azure, GCP та IBM Cloud авторами, з використанням [3; 4], було розроблено таблицю порівняння хмарних сервісів за визначеними критеріями (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння хмарних платформ за ключовими критеріями [3; 4]

Критерій	Amazon Web Services (AWS)	Microsoft Azure	Google Cloud Platform (GCP)	IBM Cloud
Доступність (Availability)	SLA; глобальне покриття з безперебійною роботою.	SLA; висока доступність через географічні регіони.	SLA; хороша стійкість до збоїв.	SLA; адаптивні рішення для відновлення.
Надійність (Reliability)	Висока, резервування, моніторинг, стійкість до збоїв.	Надійний моніторинг, підтримка резервування.	Висока надійність, потужний моніторинг.	Середня надійність, підтримка резервування.
Безпека (Security)	Розширене шифрування; сертифікації ISO 27001, SOC 2, PCI DSS.	Розширене управління доступом, багатфакторна аутентифікація.	Висока безпека, акцент на шифрування даних.	Високий рівень безпеки, корпоративні рішення.
Продуктивність (Performance)	Висока швидкість, підтримка великих обчислювальних навантажень.	Стабільна, інтеграція з іншими продуктами Microsoft.	Висока продуктивність, особливо в аналітиці та ML.	Стабільна, але середня продуктивність.

Критерій	Amazon Web Services (AWS)	Microsoft Azure	Google Cloud Platform (GCP)	IBM Cloud
Масштабованість (Scalability)	Найкраща масштабованість (горизонтальна і вертикальна).	Висока масштабованість з підтримкою автоматизації.	Відмінна горизонтальна масштабованість.	Висока вертикальна масштабованість, обмежена горизонтально.
Зручність використання (Usability)	Інтуїтивний, але складний для новачків, високий рівень підтримки.	Зручний інтерфейс, сильна інтеграція з MS продуктами.	Інтуїтивний, легкий в освоєнні.	Менш зручний інтерфейс, вимагає часу для освоєння.
Сумісність (Compatibility)	Висока сумісність з багатьма платформами.	Найкраща інтеграція з продуктами Microsoft.	Висока сумісність з продуктами Google.	Гарна сумісність з корпоративними інструментами.
Гнучкість (Flexibility)	Висока гнучкість у налаштуваннях та адаптації сервісів.	Помірна гнучкість у налаштуванні безпеки та управлінні.	Висока гнучкість у налаштуванні ресурсів.	Обмежена гнучкість налаштування.

Наведене у таблиці та попередньо проаналізовані дані, авторами було запропоновано *класифікацію сервісів*, які можна класифікувати за типами на основі функціональних можливостей та особливостей. Наприклад, *Сервіс А* може представляти такі хмарні рішення, як Amazon Web Services (AWS) або Microsoft Azure, які відомі своєю високою масштабованістю, надійністю та великим набором функцій для безпеки і продуктивності. Ці платформи часто використовуються великими корпораціями через їхні можливості підтримки складних інфраструктур, що робить їх ключовими гравцями на ринку хмарних рішень.

Сервіс В може включати рішення на базі Google Cloud Platform (GCP) або IBM Cloud. GCP відзначається своєю потужною продуктивністю, особливо у сфері аналітики, машинного навчання та інтеграції з іншими продуктами Google, що робить його популярним вибором для компаній, які потребують інноваційних рішень. IBM Cloud спеціалізується на корпоративних рішеннях, зокрема з акцентом на безпеку та надійність, що є важливими аспектами для великих організацій, зокрема, оборонних установ.

До *Сервісу С* можна віднести Alibaba Cloud або Oracle Cloud, які пропонують потужні рішення для управління базами даних та підтримки великих обчислювальних навантажень. Alibaba Cloud, будучи провідним хмарним провайдером в Азії, забезпечує глобальне покриття та надійність. Oracle Cloud спеціалізується на рішеннях для корпоративного сектора, надаючи особливу увагу безпеці та відповідності регуляторним вимогам, що робить ці платформи оптимальними для великих корпоративних клієнтів.

Сервіс D, до якого можна віднести такі платформи, як DigitalOcean або Dropbox Business, відзначається простотою у використанні та орієнтацією на малий і середній бізнес. DigitalOcean надає доступні рішення для

розробників і стартапів, тоді як Dropbox Business пропонує ефективні інструменти для зберігання даних і спільного доступу до файлів. Ці сервіси є економічно ефективними варіантами для невеликих команд і організацій, забезпечуючи простоту та доступність у використанні.

Враховуючи результати дослідження, які наведені у таблиці 1, та відповідно до визначених нами критеріїв і сервісів можна зробити такі *висновки*, що за критеріями:

доступність (Availability) – всі сервіси продемонстрували високі показники, зокрема, Сервіс А і Сервіс В мали гарантію безперебійної роботи на дуже високому рівні відповідно до SLA. Сервіс Е також забезпечує високу доступність, але час відновлення після збоїв був трохи довшим, ніж у інших сервісів;

надійність (Reliability) – сервіс А забезпечує найвищу надійність завдяки розвиненій системі резервного копіювання і відновлення, а також постійному моніторингу системи. Сервіс В також має високий рівень надійності, але інколи відзначався тривалий час відновлення після збоїв.

безпеки (Security) – всі розглянуті хмарні сервіси демонстрували високий рівень безпеки, проте спостерігалися деякі відмінності. Наприклад, Сервіс А забезпечує комплексну безпеку даних завдяки розширеним можливостям шифрування і підтримці широкого спектра сертифікацій (наприклад, ISO 27001). Сервіс В має додаткові можливості для управління доступом і багатфакторної аутентифікації, проте менш ефективний у захисті від DDoS-атак порівняно з конкурентами;

продуктивність (Performance) – сервіс С виявився лідером за показниками продуктивності, забезпечуючи найвищу швидкість обробки запитів і низьку затримку навіть під значним навантаженням. Сервіс D, хоча і забезпечує стабільну продуктивність, поступається іншим за швидкістю передачі даних, що може бути

критичним для деяких типів застосунків.

масштабованість (Scalability) – сервіс С забезпечує найкращі можливості для горизонтальної та вертикальної масштабованості завдяки гнучкій архітектурі та підтримці автоматичного масштабування на основі поточного навантаження. Сервіс D забезпечує високу вертикальну масштабованість, але має обмеження щодо горизонтального розширення ресурсів;

зручність використання (Usability) – сервіс B відзначився інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом користувача та високим рівнем підтримки, що дає змогу швидко вирішувати будь-які питання. Сервіс E має менш зручний інтерфейс, що може потребувати більше часу для освоєння, особливо для нових користувачів;

сумісність (Compatibility) – усі розглянуті сервіси демонструють високий рівень сумісності з різними платформами та інструментами, проте є деякі відмінності. Сервіс A (наприклад, AWS) пропонує найбільшу кількість інтеграцій із зовнішніми інструментами, такими як сторонні системи управління базами даних, платформи DevOps, та API. Це дає змогу легко впроваджувати хмарні рішення в існуючі інфраструктури. Сервіс B (наприклад, Azure) також має широкий спектр інтеграцій, особливо добре працюючи з продуктами Microsoft, такими як Windows Server та Office 365, що робить його популярним вибором серед користувачів цієї екосистеми. Сервіс E демонструє обмежену сумісність із деякими старими версіями систем або менш популярними інструментами, що може ускладнити процес впровадження в середовищах із специфічними вимогами;

гнучкість (Flexibility) – сервіс C показав найвищий рівень гнучкості, даючи змогу користувачам налаштовувати параметри хмарної інфраструктури відповідно до специфічних потреб, від масштабування обчислювальних потужностей до гнучкого управління доступом і ресурсами. Це робить його привабливим вибором для організацій, які шукають адаптивність до мінливих умов. Сервіс D має менший рівень гнучкості через більш обмежені можливості налаштування та конфігурації, що може стати перешкодою для організацій, які потребують постійних змін у структурі своїх хмарних рішень. Сервіс B, з іншого боку, пропонує збалансовану гнучкість, даючи змогу налаштування основних функцій та модулів, зокрема, у сфері безпеки та доступу, але з певними обмеженнями на рівні глибшої кастомізації інфраструктури. Ці висновки можуть слугувати основою для вибору відповідного хмарного сервісу, що найкраще відповідає специфічним потребам та вимогам організації.

Для порівняння хмарних платформ за ключовими критеріями обрано Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP) та IBM Cloud. Основні критерії включають безпеку, продуктивність, доступність, масштабованість, зручність використання,

економічну ефективність, інтероперабельність і надійність.

Для вибору та впровадження хмарних сервісів інформаційної інфраструктури організації необхідно враховувати низку чинників та рекомендацій з оцінювання їх якості, що базуються на специфічних вимогах до безпеки, масштабованості, продуктивності та інтеграції з існуючими системами. Важливо забезпечити найвищий рівень безпеки та конфіденційності даних, оскільки це критичний аспект для військових структур. Хмарні платформи мають підтримувати стандарти безпеки на рівні ISO 27001 та пропонувати розширені механізми шифрування, доступ до яких контролюється багатофакторною аутентифікацією. AWS і IBM Cloud, відомі своїм акцентом на безпеку, можуть бути відповідними кандидатами, але слід також розглянути наявність спеціальних інструментів для боротьби з кіберзагрозами.

Масштабованість хмарних платформ є ще одним важливим фактором для організації, оскільки системи мають адаптуватися до зростаючих обсягів даних і навантажень у надзвичайних ситуаціях або під час розгортання нових технологій. AWS і Google Cloud Platform (GCP) можуть запропонувати гнучку масштабованість, яка автоматично підлаштовується під змінні навантаження, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів у критичні моменти. Важливо також звернути увагу на швидкість відновлення систем після збоїв, оскільки надійність є ключовою у військових умовах.

Крім того, інтеграція з уже існуючими системами та рішеннями є надзвичайно важливою для організації. Microsoft Azure пропонує найкращу сумісність з продуктами Microsoft, що вже використовуються багатьма урядовими та військовими структурами. Це спрощує процес адаптації нових сервісів та дає змогу ефективно управляти інфраструктурою за допомогою вже відомих інструментів. Гібридні рішення, які можуть об'єднувати локальні та хмарні ресурси, також є перспективним напрямом, зокрема в Azure та IBM Cloud, де є потужні можливості для побудови таких систем.

Ураховуючи високу вартість використання хмарних сервісів під час великих навантажень, організації необхідно розробити чітку стратегію управління витратами. Вибір хмарного провайдера має базуватися на можливості гнучкого ціноутворення та автоматичної оптимізації витрат. Google Cloud Platform (GCP), відомий прозорістю своїх тарифів і можливістю гнучко налаштувати ресурси для зниження вартості, може бути корисним для військових структур, що планують тривале використання хмарних сервісів із великим обсягом даних.

Важливо також враховувати наявність глобальних дата-центрів у провайдерів, що може впливати на доступність даних і швидкість обробки запитів. AWS, що має найбільшу мережу дата-

центрів по всьому світу, може забезпечити високу доступність для організації навіть у віддалених регіонах або під час критичних операцій. Це допоможе уникнути проблем із затримками доступу до даних і знизить ризик втрати даних через віддаленість або недоступність дата-центрів.

Нарешті, слід звернути увагу на технічну підтримку, яку надають провайдери. У військових умовах необхідна безперервна підтримка 24/7 з оперативною допомогою у вирішенні будь-яких технічних питань. Microsoft Azure та IBM Cloud можуть запропонувати розширені програми підтримки для урядових і військових клієнтів, забезпечуючи своєчасну допомогу у випадку будь-яких проблем із сервісами. Таким чином, *вибір хмарної платформи* для організації має ґрунтуватися на детальному аналізі безпеки, масштабованості, інтеграції та витрат, а також можливості глобальної підтримки і гнучкого управління ресурсами.

Постійний моніторинг та оцінювання якості хмарних сервісів у організації є критично важливими для забезпечення надійної роботи інфраструктури та підтримки ефективних операцій. Регулярний моніторинг дає змогу своєчасно виявляти потенційні проблеми у роботі сервісів і оперативно їх вирішувати, що є особливо актуальним в умовах, коли затримки чи збої можуть мати стратегічні наслідки. Використання автоматизованих інструментів моніторингу, які відстежують показники продуктивності, доступності, безпеки та витрат, є ключовим для підтримки високої якості обслуговування. Це особливо важливо для таких платформ, як AWS та Microsoft Azure, де масштабованість і складність інфраструктури можуть створювати додаткові виклики.

З огляду на специфіку військових операцій, особлива увага має надаватися *моніторингу безпеки хмарних платформ*. Регулярні аудити безпеки мають проводитися для забезпечення відповідності хмарних сервісів вимогам безпеки та конфіденційності. Важливо забезпечити постійне оновлення механізмів захисту від кіберзагроз, зокрема, моніторинг та аналіз загроз у реальному часі, що допоможе оперативно реагувати на можливі атаки. У таких хмарних платформах, як IBM Cloud і Azure, розширені інструменти для забезпечення безпеки мають бути інтегровані з локальними системами, щоб підвищити загальну захищеність інфраструктури.

Ефективний моніторинг витрат і ресурсів є не менш важливим елементом. Хмарні сервіси можуть бути досить витратними за масштабного використання, тому *організації мають впровадити інструменти для контролю за використанням ресурсів та оптимізації витрат*. GCP, відомий прозорістю своїх тарифів, може стати прикладом платформи, де такі процеси можуть бути ефективно впроваджені. Важливо регулярно оцінювати вартість використання хмарних послуг у контексті продуктивності та потреб організації, щоб

уникнути надмірних витрат.

Моніторинг доступності та часу відновлення після збоїв є важливим компонентом для оцінювання надійності хмарних сервісів. Платформи мають забезпечувати максимальну доступність і швидке відновлення після технічних збоїв, що є критичним для забезпечення безперервності військових операцій. AWS із його розгалуженою інфраструктурою та високим рівнем доступності може слугувати прикладом, проте необхідно також звертати увагу на час відновлення сервісів у випадку збоїв, що має бути регулярно оцінено для запобігання потенційним проблемам.

З огляду на складність і масштаби військових операцій, інтеграція хмарних сервісів із системами моніторингу і аналітики в реальному часі є важливою частиною підтримки ефективної роботи хмарної інфраструктури. Платформи мають бути здатними до адаптації та реагування на змінні вимоги, що дасть змогу організації підтримувати високий рівень операційної готовності.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Отже, у цій статті було визначено основні критерії якості хмарних сервісів, запропоновано їх класифікацію та проведено порівняння за ключовими характеристиками, такими як доступність, надійність, безпека, продуктивність, масштабованість, сумісність та гнучкість. Запропонована класифікація сервісів дає змогу систематизувати їх використання залежно від специфічних потреб організації, зокрема, з технічних, економічних та операційних аспектів. Зроблено висновок, що за визначеними критеріями можна вибрати хмарний сервіс, який найкраще відповідає специфічним вимогам організації. Аналіз платформ AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform та IBM Cloud засвідчив, що кожна платформа має свої унікальні переваги та обмеження, які можуть бути адаптовані до конкретних потреб організації.

Для вибору та впровадження хмарних сервісів необхідний комплексний підхід, що охоплює оцінювання відповідності обраного рішення нормативним, безпековим і технічним вимогам, а також тестування ефективності їх інтеграції з існуючими інформаційними системами організації. Враховуючи специфіку військових операцій, особлива увага має надаватися моніторингу безпеки хмарних платформ, зокрема, оцінці їхньої здатності забезпечувати безперервність роботи в умовах кіберзагроз та високих навантажень. Інтеграція гібридних рішень може стати важливим напрямом розвитку для забезпечення резервування даних та підвищення загальної стійкості системи.

Перспективи подальших досліджень охоплюють розробку методик для детальнішої оцінки хмарних платформ для їх застосування у військовій сфері, аналіз їхньої довгострокової економічної доцільності та вдосконалення моделей інтеграції хмарних сервісів з існуючими інформаційними інфраструктурами організацій.

Список бібліографічних посилань

1. **Базилюк А. В., Хоменко І. О.** Методика SERVQUAL як інструмент оцінювання якості послуг пасажирських перевезень міста. Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2013. Вип. 12. С. 219–230. URL: http://publications.ntu.edu.ua/upravlj_project/2013_12_econom/005.pdf (дата звернення: 03.10.2024).
2. **Малярчук І. В., Смолинець М. А.** Підвищення ефективності бізнес-процесів через застосування хмарних технологій: безпековий аспект. *Економіка та суспільство*. 2024. № 60. 5 с. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-3>.
3. **Малярчук І. І., Смолинець М. А.** Використання хмарних технологій для оптимізації бізнес процесів на підприємстві: виклики воєнного стану. *Наукові інновації та передові технології*. 2024. № 3(31). С. 465–473. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-3\(31\)-465-473](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-3(31)-465-473).
4. **Нікітіна Л. О., Дженюк Н. В., Борисова Л. В.** Експертна система для оцінки ризиків хмарних сервісів. Системи управління, навігації та зв'язку. *Збірник наукових праць. Полтава: ПНТУ*. 2024. Т. 1 (75). С. 146–151. URL: <https://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/3287> (дата звернення: 03.10.2024).
5. **Пундик В. І.** Моделі хмарних сервісів. *Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції*. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018. С. 226–227.
6. **Що таке хмарні технології? Переваги та недоліки хмарних сервісів**. 2022. URL: <https://edin.ua/shho-take-xmarni-technologi%D1%97-i-navishho-voni-potribni/> (дата звернення: 03.10.2024).
7. **Ali T., Al-Khalidi M., Al-Zaidi R.** Information Security Risk Assessment Methods in Cloud Computing: Comprehensive Review. *Journal of Computer Information Systems*. 2024. 1–28. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08874417.2024.2329985> (accessed: 03.10.2024).
8. **Alzahrani A., Alyas T., Alissa K., Abbas Q., Alsaawy Y., Tabassum N.** Hybrid Approach for Improving the Performance of Data Reliability in Cloud Storage Management. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2022. № 22(16). P. 5966. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22165966>.
9. **Alonso J., Orue-Echevarria L., Casola V. et al.** Understanding the challenges and novel architectural models of multi-cloud native applications – a systematic literature review. *J Cloud Comp.* 2023. № 12. P. 6. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00367-6>.
10. **Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E.** Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*. 1978. Vol. 2. P. 429–444.
11. **Embedded Sim Ecosystem, Security Risks and Measures**. URL: <https://www.enisa.europa.eu/publications/embedded-sim-ecosystem-security-risks-and-measures> (accessed: 03.10.2024).
12. **Hwang C.L., Yoon K.** Methods for Multiple Attribute Decision Making. Multiple Attribute Decision Making. (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems). Berlin: Springer, 1981. P. 58–191.
13. **NIST Cloud Computing Security Reference Architecture**. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication500-292.pdf> (accessed: 03.10.2024).
14. **Opricovic S.** Multicriteria Optimization in Civil Engineering (in Serbian), Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998. 302 p.
15. **Pape S., Paci F., Jürjens J., Massacci F.** Selecting a Secure Cloud Provider – An Empirical Study and Multi Criteria Approach. *Information*. 2020. № 11(5). P. 261. URL: <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/5/261> (accessed: 03.10.2024).
16. **Saaty T. L.** How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces*. 1994. Vol. 24. № 6. P. 19–43.
17. **Saaty T. L.** Decision making – the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. 2004. Vol. 13. P. 1–35.
18. **Sidhu J., Singh S.** Improved TOPSIS Method Based Trust Evaluation Framework for Determining Trustworthiness of Cloud Service Providers. *Journal of Grid Computing*. 2017. Vol. 15. Iss. 1. P. 81–105.
19. **Zavadskas E. K., Turskis Z., Antucheviciene J., Zakarevicius A.** Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Electronics and Electrical Engineering*. 2012. Vol. 122. № 6. P. 3–6.
20. **Білий Ю.** Методика SERVQUAL. IQholding. 2015. URL: <https://iqholding.com.ua/articles/metodika-servqual> (дата звернення: 03.10.2024).

CRITERIA AND RECOMMENDATIONS FOR ASSESSING THE QUALITY OF CLOUD SERVICES FOR INFORMATION INFRASTRUCTURE

Androshchuk Olha (Candidate of Psychological Sciences)

Holoborodko Maxim (Candidate of Engineering Sciences, Senior Research Officer)

Kondratenko Yulii (PhD)

Lytovchenko Hanna

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Formulation of the problem in general. The study explores the criteria and recommendations for assessing the quality of cloud services, specifically focusing on applications in military and defense contexts. The purpose of the article is to develop a structured approach to evaluating and monitoring cloud services, ensuring they meet the security and operational needs of critical information infrastructures.

Research methods. The research employs a range of methods, including literature analysis and comparative evaluation of major cloud platforms such as AWS, Azure, GCP, and IBM Cloud. This methodological approach enables a thorough assessment of cloud services, examining scalability, cost-effectiveness, integration capabilities, and security, as well as how these factors align with the unique demands of defense organizations.

Analysis of recent researches and publications. Analysis of recent research highlights both the advantages and challenges of cloud technologies. Recent publications have addressed various aspects of cloud adoption, particularly its impact on operational efficiency and data security. The analysis underscores the need for a tailored

approach to cloud service selection, emphasizing the importance of scalability, data security, and compliance with military regulations. The study synthesizes these findings and presents a model that adapts existing evaluation frameworks to the specific needs of the defense sector.

Presenting the main material. The article provides a comprehensive framework for assessing cloud services, tailored to meet the specific needs of military organizations. Key contributions include the development of an evaluation model that integrates security, cost, and performance metrics, and offers recommendations for continuous monitoring of service quality.

Elements of scientific novelty. The elements of scientific novelty lie in refining and adapting existing models of cloud service evaluation to ensure they align with the stringent security and operational requirements of defense infrastructures.

Theoretical and practical significance of the article. The findings have significant theoretical and practical implications, particularly in guiding military organizations in the adoption and management of cloud services. The article proposes strategies for selecting, implementing, and maintaining cloud services that align with the unique needs of defense operations, thus contributing to improved data security and operational resilience. These insights are valuable for decision-makers tasked with implementing cloud-based solutions within the defense sector.

Conclusion and the perspectives of future researches. In conclusion, the research establishes a foundation for further exploration into the optimization of cloud services for defense applications. Future research directions include refining the proposed model to accommodate emerging security challenges and exploring the integration of advanced technologies such as artificial intelligence and machine learning within cloud infrastructures tailored for defense.

Keywords: cloud services, information infrastructure, quality assessment, performance, security, availability, scalability.

References

- Baziluk, A., Khomenko, I.,** (2013). Servqual method of evaluating the quality of passengers' transportation service in the city [online]. Available at: http://publications.ntu.edu.ua/upravlj_proiect/2013_12_econom/005.pdf [Accessed: 03 October 2024].
- Malyarchuk, I., Smolynets, M.,** (2024). Enhancing the efficiency of business processes Through the application of cloud technologies: *Security aspect. Economics and Society*. 60. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-3>.
- Malyarchuk, I., Smolynets, M.,** (2024). Utilizing cloud technologies for optimizing Business processes in an enterprise: challenges of wartime. *Scientific Innovations and Advanced Technologies*. 3(31), 465-473. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-3\(31\)-465-473](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-3(31)-465-473).
- Nikitina, L., Dzheniuk, N., Borysova, L.,** (2024). An expert system for cloud service risk assessment. *Control, Navigation and Communication Systems. Academic Journal. Poltava*. 1 (75), 146-151. [online]. Available at: <https://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/3287> [Accessed: 03 October 2024].
- Pundyk V.,** (2018). Cloud services models. *Fundamental and Applied Problems of Modern Technologies: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference*. Ternopil: Ivan Puluj Ternopil National Technical University.
- What Are Cloud Technologies?** (2022). Advantages and Disadvantages of Cloud Services [online]. Available at: <https://edin.ua/shho-take-xmarni-technologi%D1%97-i-navishho-voni-potribni/> [Accessed: 03 October 2024].
- Ali, T., Al-Khalidi, M., Al-Zaidi, R.,** (2024). Information Security Risk Assessment Methods in Cloud Computing: Comprehensive Review [online]. *Journal of Computer Information Systems*. 2024. 1-28. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08874417.2024.2329985> [Accessed: 03 October 2024].
- Alzahrani, A., Alyas, T., Alissa, K., Abbas, Q., Alsaawy, Y., Tabassum, N.,** (2022). Hybrid Approach for Improving the Performance of Data Reliability in Cloud Storage Management. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(16), 5966. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22165966>. [Accessed: 03 October 2024].
- Alonso, J., Orue-Echevarria, L., Casola, V. et al.,** (2023). Understanding the challenges and novel architectural models of multi-cloud native applications – a systematic literature review. *J Cloud Comp*. 12, 6. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00367-6>.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E.,** (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*. 2, 429-444.
- Embedded Sim Ecosystem, Security Risks and Measures** [online]. Available at: <https://www.enisa.europa.eu/publications/embedded-sim-ecosystem-security-risks-and-measures> [Accessed: 03 October 2024].
- Hwang, C. L., Yoon, K.,** (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. Multiple Attribute Decision Making. (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems). Berlin : Springer, 58-191.
- NIST Cloud Computing Security Reference Architecture.** [online]. Available at: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication500-292.pdf> [Accessed: 03 October 2024].
- Oprić, S.,** (1998). Multicriteria Optimization in Civil Engineering (in Serbian), Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 302.
- Pape, S., Paci, F., Jürjens, J., Massacci, F.,** (2020). Selecting a Secure Cloud Provider – An Empirical Study and Multi Criteria Approach. *Information* [online]. 11(5), 261. Available at: <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/5/261> [Accessed: 03 October 2024].
- Saaty, T. L.,** (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces*. 24, 6, 19-43.
- Saaty, T. L.,** (2004). Decision making – the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. 13, 1-35.
- Sidhu, J., Singh, S.,** (2017). Improved TOPSIS Method Based Trust Evaluation Framework for Determining Trustworthiness of Cloud Service Providers. *Journal of Grid Computing*. 15, 1, 81-105.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., Zakarevicius, A.,** (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment. *Electronics and Electrical Engineering*. 122, 6, 3-6.
- Bilyy, Y.,** (2015). SERVQUAL methodology. IQKholding [online]. Available at: <https://iqkholding.com.ua/articles/metodika-servqual> [Accessed: 03 October 2024].