



ної ефективності багатоаспектною та неоднозначною концепцією. Оцінка ефективності диджитал-інноваційної діяльності є інструментарієм для стимулювання та збільшення темпів зростання діяльності підприємства.

Науковий керівник – канд. екон. наук, доцент Литовченко І. В.

Література: 1. Букреева Д. С. Інтегральна система показників оцінки ефективності інноваційного проекту на стадії його впровадження. *Економічний вісник*. 2020. № 4. С. 101–109. DOI: <https://doi.org/10.33271/ebdut/72.101>. 2. Вовк О. М., Абдулгусейнова А. Р., Дмитрик Х. Ю. Економічна ефективність інноваційних процесів на транспортних підприємствах в умовах інтелектуалізації. *Економіка та суспільство*. 2021. № 32. С. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-74>. 3. Волкова Н. В., Гарькава В. Ф., Скороход І. П. Роль диджитал-процесів в інноваційному розвитку українського бізнесу: економічний аспект. *Академічні візії*. 2023. № 19/2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7908023>. 4. Гадзевич О., Матвійчук І. Методика аналізу та оцінки інноваційної діяльності підприємства. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2017. № 3. С. 100–106. 5. Гришко А. М., Мельник О. А. Перспективи розвитку інноваційної діяльності підприємств в Україні. Київ : Економіка і управління, 2020. С. 178. 6. Дмитрієва О. А. Тенденції розвитку інноваційного підприємництва та стартап проектів в Україні. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*. 2022. №. 28. С. 104–118. DOI: <https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2022.28.104>. 7. Орлов В. М., Князева О. А., Князев О. А. Визначення ефективності впровадження інноваційних проектів. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 3. С. 370–375. 8. Стадник В. В., Наскальний С. ІТ-сектор та діджиталізація підприємницького середовища в Україні: точки дотику – інновації. *Трансформація бізнесу для сталого майбутнього: дослідження, діджиталізація та інновації* : зб. тез доповідей II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 23–24 листоп. 2022 р.). Тернопіль, 2022. С. 59–61.

Тези надійшли до редакції 23.04.2024 р.



МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАХИСТ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ РЕСУРСОЕМНИХ ЗАДАЧ У ГЕТЕРОГЕННИХ ХМАРНИХ СИСТЕМАХ

УДК 004.738+004.75+004.77

Леуненко О. В.

Старший викладач
кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій ХНЕУ ім. С. Кузнеця

Єнгаличев С. О.

Здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня,
кафедра кібербезпеки та інформаційних технологій ХНЕУ ім. С. Кузнеця

Анотація. В епоху великих даних гетерогенні хмарні, або мультихмарні технології, відіграють вирішальну роль. У цих тезах досліджено складнощі одночасного використання ресурсів хмарних обчислень від декількох постачальників, з акцентом на гнучкість, надійність та оптимізацію продуктивності. Обговорюється ефективна передача даних, безпека та такі інструменти, як Terraform.



Ключові слова: гетерогенні хмарні системи, мультихмарні системи, завдання з інтенсивним використанням даних, моделювання передачі даних, великі дані.



Annotation. In the era of big data, heterogeneous cloud or multi-cloud technologies play a critical role. This article explores the complexities of simultaneously using cloud computing resources from multiple vendors, with an emphasis on flexibility, reliability, and performance optimization. Efficient data transfer, security, and tools such as Terraform are discussed.

Keywords: heterogeneous cloud systems, multi-cloud systems, data-intensive tasks, modeling data transmission, big data.



Зараз спостерігаються швидкі зміни у галузі хмарних обчислень, особливо у використанні гетерогенних хмарних ресурсів для передачі та обробки великих даних. Використання гетерогенних хмарних систем має велике значення для науковців і фахівців з інформаційних технологій. Гетерогенні хмари або мультихмарові технології передбачають одночасне використання кількох ресурсів і сервісів публічних провайдерів хмарних послуг, кожен з яких пропонує різні сервіси та можливості побудови хмарної інфраструктури корпоративного рівня для підприємства. На сьогодні фахівцями та дослідниками накопичена величезна експертиза в галузі обробки великих даних, що дає змогу надавати необхідні рівні продуктивності, швидкості та безпеки як для відносно простих, так і для критичних завдань. Ефективні стратегії обробки та зберігання даних, що необхідні для роботи з великим обсягом даних, щоденно генеруються, особливо в гетерогенних хмарних системах. Особливої уваги вимагають питання безпеки передачі даних між хмарними системами, джерелами даних та їх споживачами, що відбуваються по загальних каналах зв'язку глобальної мережі Інтернет. Це є особливо актуальною проблемою, яка вимагає рішучих дій. Крім того, самі хмарні технології дуже активно розвиваються а змінюються, що суттєво ускладнює питання застосування ресурсів гетерогенних хмарних систем для обробки великих обсягів даних. Дедалі більш актуальним стають задачі інтеграції та оптимізації різних сервісів від різних хмарних постачальників послуг в єдину гетерогенну хмарну систему для досягнення максимальної продуктивності та надійності. Чим більше даних передається між хмарними системами та чим більше треба ресурсів для їх передачі, обробки та збереження, тим більш актуальною стає задача моделювання передачі даних ресурсоемних задач у гетерогенних хмарних системах.

Розміщення корпоративної інфраструктури в декількох публічних хмарах одночасно збільшує стійкість до відмов і дозволяє ефективніше використовувати ресурси та сервіси хмари, які найкраще підходять для поточного набору даних. Але зворотною стороною є суттєве збільшення складності проектування, розгортання, впровадження та використання таких систем. Наразі існує велика кількість спеціалізованих рішень для розгортання та супроводження обробки великих даних в декількох публічних хмарних середовищах одночасно, тобто в гетерогенних хмарних системах. Одним з найвідоміших рішень в цьому сегменті є система Terraform, що дозволяє подолати різницю в переліку сервісів для обробки даних, інтерфейсах керування ними та наборів інструментів керування. Застосування скриптової платформи Terraform дозволяє розроблювати сценарії, що можуть бути розгорнуті та виконані в різних хмарних середовищах конкретних вендорів.

Проте, незважаючи на розповсюдженість хмарних технологій, прагнення інтеграторів і замовників будувати гетерогенні хмарні середовища для обробки великих даних, окремо постають питання, що пов'язані безпекою передачі та обробки даних. Не секрет, що корпоративні дані на сьогодні стають ледь не найціннішим корпоративним ресурсом та активом будь-якого підприємства. Проте на сьогодні не існує широко прийнятого підходу до моделювання гетерогенного хмарного середовища для вирішення завдань обробки великих даних і виконання задач, що вимагають значних ресурсів. Модель і методологія для ефективної побудови та впровадження гетерогенних хмарних систем стають ключовою галуззю майбутніх досліджень. Розміщення корпоративної інфраструктури в декількох хмарах підвищує відмовостійкість і забезпечує більш плавне відновлення після імовірних збоїв хмарного провайдера [1].

Передача даних для виконання ресурсомістких задач з інтенсивною передачею даних у гетерогенних хмарних системах є дуже актуальним завданням для Інтернету речей (IoT). Це обумовлено тим, що пристрої IoT збирають величезні обсяги даних, які потребують передачі, обробки та зберігання. Для забезпечення аналізу та прийняття рішень в режимі реального часу дуже важливо враховувати такі фактори, як швидкість передачі, малий час затримки, ефективність використання ресурсів, безпека та можливість обробки даних на межі мережі (периферійні обчислення та периферійні хмарні середовища) [2].



Не всі IoT системи здатні впоратись з експонентним зростанням обсягу даних на власному (on-premis) обладнанні або лише в одному хмарному середовищі, тому виникає потреба використовувати гетерогенну хмарну систему. Використання таких систем може допомогти оптимізувати процес передачі даних, вибираючи найкращий хмарний сервіс для кожного конкретного типу даних або задачі, що може суттєво підвищити ефективність роботи IoT систем цілком [3]. Отже, з урахуванням вищевказаного, відправка даних для задач, що вимагають інтенсивної обробки в гетерогенних хмарних системах, є надзвичайно актуальною для IoT, адже вона дозволяє належним чином обробляти та управляти величезними потоками даних, які генеруються IoT пристроями.

Питання побудови гетерогенних хмарних середовищ для виконання задач, що вимагають передачі та обробки великих даних і значних ресурсів для їх виконання, досліджуються в роботах Лореті та Чамполіні [4], Мансурі [5], Бісере [6], Клементе-Кастелло [7], Д. Чжао [8] та інших науковців і дослідників.

Кроки по розгортанню гетерогенних хмарних систем включають:

1. Аналіз і планування.
2. Вибір хмарних провайдерів.
3. Створення архітектури.
4. Розгортання.
5. Моніторинг та оптимізацію.
6. Управління службами та ресурсами.

Процес виконання гетерогенних хмарних систем може бути складним і вимагає глибокого розуміння хмарних технологій та корпоративних бізнес-вимог.

Передача даних для завдань з інтенсивним використанням даних у гетерогенних хмарних системах відноситься до процесу передачі великих обсягів даних між різними хмарними системами або в межах однієї хмарної системи. Гетерогенні хмарні системи зазвичай включають різні платформи хмарних послуг від різних провайдерів, що може ускладнити процес передачі даних. Цей процес може включати безліч завдань, зокрема:

- міграція даних: переміщення великих наборів даних з одного місця до іншого, наприклад, з локального сховища до хмарного чи навпаки, або між різними хмарними середовищами;
- комунікація між службами: обмін даними між різними службами або додатками в хмарі чи хмарах;
- швидка передача: передача великих обсягів даних з високою швидкістю для задач в реальному часі або з низькою затримкою;
- безпека: забезпечення безпеки передачі даних через шифрування, контроль доступу та інші заходи;
- управління потоком даних: забезпечення надійної, узгодженої та ефективної передачі даних у складних мережових оточеннях.

Важливість хмарних технологій, які підтримують ефективну передачу даних, зростає зі зростанням обсягів даних, які потрібно обробити та зберігати.

Побудуємо графічну модель (рис. 1) передачі даних для задач з інтенсивним використанням даних у гетерогенних хмарних системах.

Процес передачі даних для завдань з інтенсивною обробкою даних в гетерогенних хмарних системах може містити такі етапи:

1. Отримання та формування задач. На цьому етапі визначається тип задачі, яку потрібно виконати, і обсяги даних, які мають бути оброблені. Задачі з інтенсивною обробкою даних можуть включати аналіз великих баз даних, машинне навчання, моделювання, IoT та інше.

2. Створення інфраструктури як коду (IaC) за допомогою Terraform. На цьому етапі застосовується Terraform для створення інфраструктури, потрібної для виконання задач. Це може включати запуск віртуальних машин, налаштування мереж, конфігурацію сховищ даних тощо. Інфраструктура, як код, дозволяє автоматизувати цей процес та запуснути на різних сервісах різних хмарних провайдерів.

3. Використання хмарного брокера. Хмарний брокер допомагає автоматизувати розподіл завдань між різними хмарними провайдерами і службами. Він вирішує, куди відправити кожне завдання, враховуючи такі фактори, як вартість, продуктивність, доступність та інші вимоги.



4. Використання обраних хмарних сервісів. Цей етап включає в себе використання вибраних хмарних сервісів, які були обрані на попередньому етапі, для запуску обчислень.

5. Виконання задач з інтенсивною обробкою даних: обрані хмарні сервіси виконують завдання, обробляючи великі набори даних. Брокер хмари слідкує за виконанням, щоб переконатися, що завдання успішно завершено.

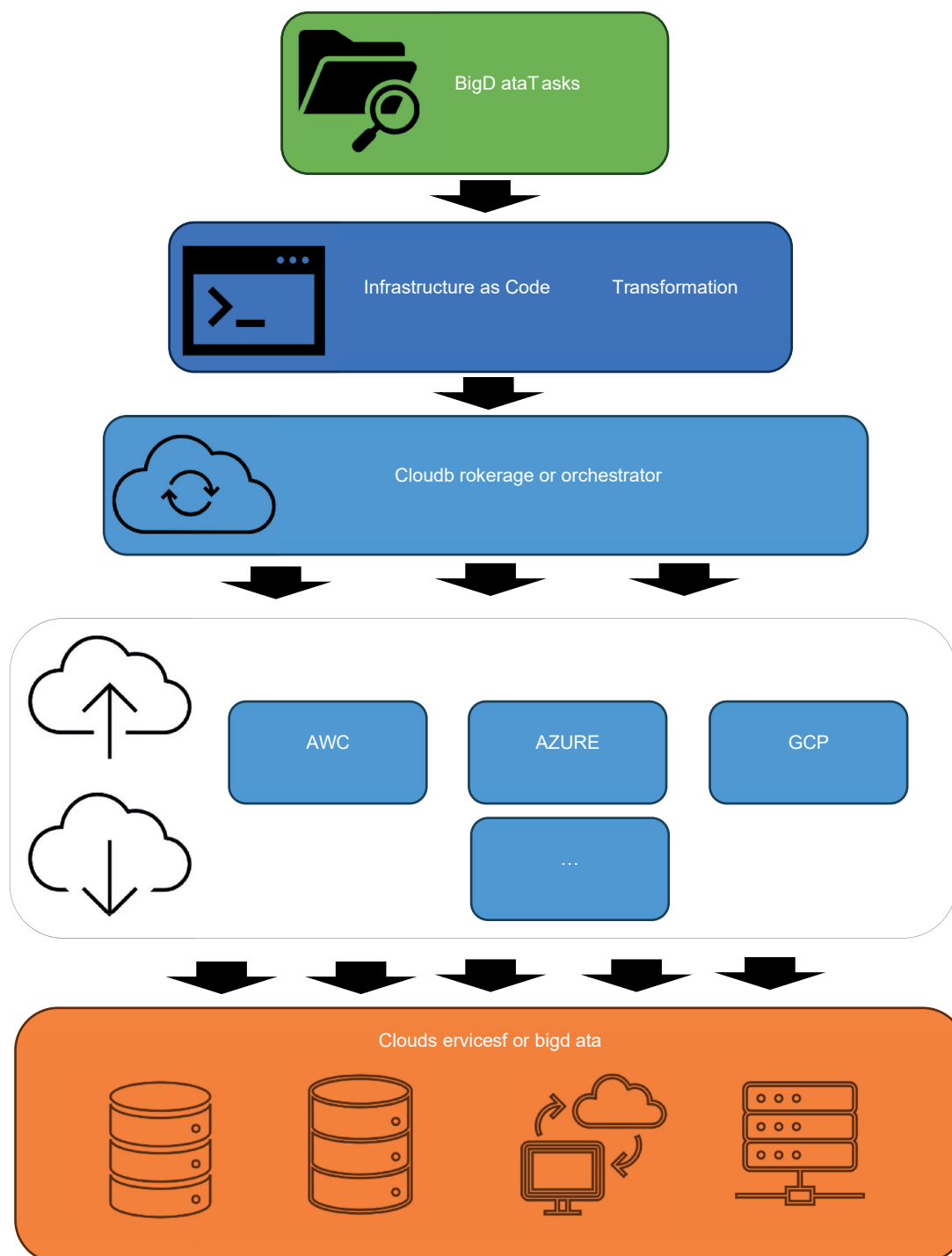


Рис. 1. Огляд процесу використання мультихмарних систем для задач з інтенсивним використанням даних

Залежно від вимог можуть бути включені додаткові етапи, такі як оптимізація процесу передачі даних, моніторинг та експлуатація сервісів, забезпечення безпеки і конфіденційності даних тощо.



Захист даних є критично важливим для будь-якої організації, яка обробляє дані. У сучасному світі, де спотворення, втрата або несанкціонований доступ до даних можуть призвести до серйозних наслідків, захист даних є абсолютною необхідністю. Ось декілька причин, чому це так важливо: конфіденційність, репутація, фінансові втрати, законодавчі вимоги та безпека.

З цих причин приділяти належну увагу захисту даних в гетерогенних хмарних системах не лише доцільно, а і є необхідною вимогою для сучасних організацій.

Важливо, щоб всі співробітники, які працюють з даними та системами, мали відповідну підготовку з питань безпеки. Вони повинні розуміти, як працюють захисні механізми, і загрози, від яких ці механізми захищають. Забезпечення неперервного моніторингу безпеки та проведення регулярних оглядів безпеки також відіграють важливу роль в захисті даних.

Висновки. Зміна парадигми в бік гетерогенних хмарних систем відкриває інноваційне майбутнє для обробки великих даних. Використання декількох публічних хмарних провайдерів не тільки забезпечує гнучкість і надійність, але й надає можливості для оптимізації різних завдань. Незважаючи на складні виклики, особливо щодо безпеки під час передачі даних для завдань з інтенсивним використанням даних, такі рішення, як Terraform і використання хмарного брокера, проклали шлях до безперешкодного впровадження. Водночас, для того щоб отримати максимальну віддачу від цих технологій, необхідно зосередити увагу на відповідних стратегіях безпеки, ретельному плануванні та постійному моніторингу. Крім того, оскільки Інтернет речей генерує все більші обсяги даних, які потребують складної обробки та аналізу в режимі реального часу, оптимізована передача даних для виконання завдань з інтенсивним використанням даних у гетерогенних хмарних системах стає неймовірно важливою.

Науковий керівник – д-р техн. наук, професор Семенов С. Г.

Література: 1. Multi-Cloud Deployment. Use case | Terraform | HashiCorp Development. [cited 10 Feb 2024]. URL: <https://developer.hashicorp.com/terraform/intro/use-cases#multi-cloud-deployment>. 2. Mengke Zheng, Xin Du, Zhihui Lu, Qiang Duan. A balanced and reliable data replica placement scheme based on reinforcement learning in edge-cloud environments. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2024.02.004>. 3. Dan C. Marinescu. Cloud Computing. Theory and Practice. Third Edition. Morgan Kaufmann; 3rd edition (February 15, 2022). DOI: <https://doi.org/10.1016/C2020-0-02233-4>. 4. Loreti D., Ciampolini A. A hybrid cloud infrastructure for big data applications. IEEE 17th International Conference on High Performance Computing and Communications, IEEE (2015). URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7336418>. 5. Mansouri Y., Prokhorenko V., Babar M. A. An automated implementation of hybrid cloud for performance evaluation of distributed databases J. Netw. Comput. Appl. 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1084804520302149>. 6. Bicer T., Chiu D., Agrawal G. A framework for data-intensive computing with cloud bursting. IEEE International Conference on Cluster Computing, IEEE. 2011. P. 169–177. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6061052>. 7. Clemente-Castelló F. J., Nicolae B., Mayo R., Fernández J. C. Performance model of mapreduce iterative applications for hybrid cloud bursting. IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst. 2018. Vol. 29 (8). P. 1794–1807. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8283575>. 8. A deep reinforcement learning approach to resource management in hybrid clouds harnessing renewable energy and task scheduling. 2021 IEEE 14th International Conference on Cloud Computing, CLOUD, IEEE. 2021. P. 240–249. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9582195>.

Тези надійшли до редакції 23.04.2024 р.

