

Лекція

з дисципліни: «Клієнт-серверне програмування»

на тему: «Cloud Computing. Введення в хмарні обчислення (AWS, GCP, Azure).»

ПЛАН ЛЕКЦІЇ

1. Історія розвитку.
2. Структура моделі хмарних обчислень.
3. Amazon Web Services.
4. Google Cloud Platform.
5. Microsoft Azure

1. Історія розвитку.

Хмарні сервіси, що дозволяють перенести обчислювальні ресурси й дані на віддалені інтернет-сервери, в останні роки стали одним з основних трендів розвитку ІТ-технологій.

Концепція хмарних обчислень з'явилася ще в 1960 році, коли американський учений, фахівець з інформатики і теорії комп'ютерів Джон Маккарті (John McCarthy) висловив припущення, що коли-небудь комп'ютерні обчислення стануть надаватися подібно комунальним послугам (public utility).

Розповсюдження мереж з високою потужністю, низька вартість комп'ютерів і пристроїв зберігання даних, а також широке впровадження віртуалізації, сервіс-орієнтованої архітектури привели до величезного зростання хмарних обчислень. Кінцеві користувачі можуть не перейматися роботою обладнання технологічної інфраструктури «в хмарі», яка їх підтримує. Аналогією обчислювальних «хмар» зі звичного життя можуть служити електростанції. Хоча домовласник може купити електрогенератор і піклуватися про його справність самостійно, більшість людей воліє отримувати енергію від централізованих постачальників.

Майже всі сучасні характеристики хмарних обчислень, порівняння їх з електроенергетикою та використання приватних, публічних та громадських моделей були представлені Дугласом Паркгілом (Douglas Parkhill) в книзі «The Challenge of the Computer Utility», в 1966 році. Згідно інших джерел, хмарні обчислення беруть початок з 1950-х років, коли вчений Герб Грош (Herb Grosch) стверджував, що весь світ буде працювати на терміналах, якими керують близько 15 великих центрів обробки даних.

Сам термін «хмара» походить з телефонії, тому що телекомунікаційні компанії, які до 1990-х років пропонували в основному виділені схеми передачі «точка-точка», почали пропонувати віртуальні приватні мережі

(VPN), з порівняною якістю обслуговування, але при набагато менших витратах. Перемикаючи трафік для оптимального використання каналів вони мали змогу ефективніше використовувати мережу. Символ хмари був використаний для позначення розмежування між користувачем і постачальником.

Ключову роль в розвитку хмарних обчислень зіграв Amazon, модернізувавши свої центри обробки даних, які, як і більшість комп'ютерних мереж в один момент часу використовують лише 10 % своєї потужності, заради забезпечення надійності при стрибку навантаження. Дізнавшись, що нова хмарна архітектура забезпечує значне внутрішнє підвищення ефективності, Amazon почав нові дослідження в галузі розвитку продуктів для забезпечення хмарних обчислень для зовнішніх клієнтів, і запустив Amazon Web Service (AWS) на основі розподілених обчислень в 2006 році.

На початку 2008 року Eucalyptus став першою API-сумісною платформою з відкритим кодом для розгортання приватної хмари. На початку 2008 року OpenNebula став першим проектом з відкритим кодом для розгортання приватних і гібридних хмар.

Основна теза - оренда замість купівлі, тобто послуга, замість придбання товару. Провайдери хмарних рішень дозволяють орендувати через інтернет обчислювальні потужності, дисковий простір, ліцензії та інше. Переваги такого підходу — ефективність та швидкість (користувач платить лише за ті ресурси, які йому потрібні і отримує їх за запитом у термін пари годин) а також можливість гнучкого масштабування і зростання. "Хмара" відкриває новий підхід до обчислень, при якому між бізнесом та ІТ відділом компанії запроваджується сервіс-орієнтований підхід завдяки якому ІТ набуває більшої здатності відповідати вимогам сучасних швидкоплинних бізнес-реалій. Хмарні обчислення – це сучасні багатофункціональні рішення, але вони залишаються лише інструментом у руках ІТ спеціалістів. Хмарні технології дозволяють швидше і точніше викроїти ІТ інфраструктуру під вимоги бізнесу.

2. Структура моделі хмарних обчислень.

Хмарні обчислення стають невід'ємною частиною роботи сучасних компаній. Але, щоб домогтися успішного використання цієї технології, варто чітко розуміти головні характеристики хмари, її види і які послуги ви можете використовувати для оптимізації роботи в хмарі.

Що таке хмарні обчислення?

Хмарні обчислення досить загальний термін, який поєднує у особі декілька підходів та моделей з надання та управління ІТ сервісами, тому на практиці кожен розуміє цей термін по-різному. Хтось вважає хмарними обчисленнями хостинг віртуальних машин або колокейшн серверів лише за ознакою мережевого доступу до ресурсів, інші під хмарними обчисленнями розуміють такі користувацькі сервіси, як Dropbox, Google Drive. Тобто більшість користувачів визначає хмарні обчислення лише за однією ознакою

- мережевим доступом, але хмарні обчислення це набагато більш об'ємна сутність. Згідно з визначенням Національного інституту стандартів і технології (NIST) США, **хмарні обчислення** (від англ. Cloud Computing) — це модель забезпечення повсюдного та зручного доступу на вимогу, через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів, що підлягають налаштуванню (наприклад, до комунікаційних мереж, серверів, засобів збереження даних, прикладних програм та сервісів), і які можуть бути оперативно надані та вивільнені з мінімальними управлінськими затратами та зверненнями до провайдера.

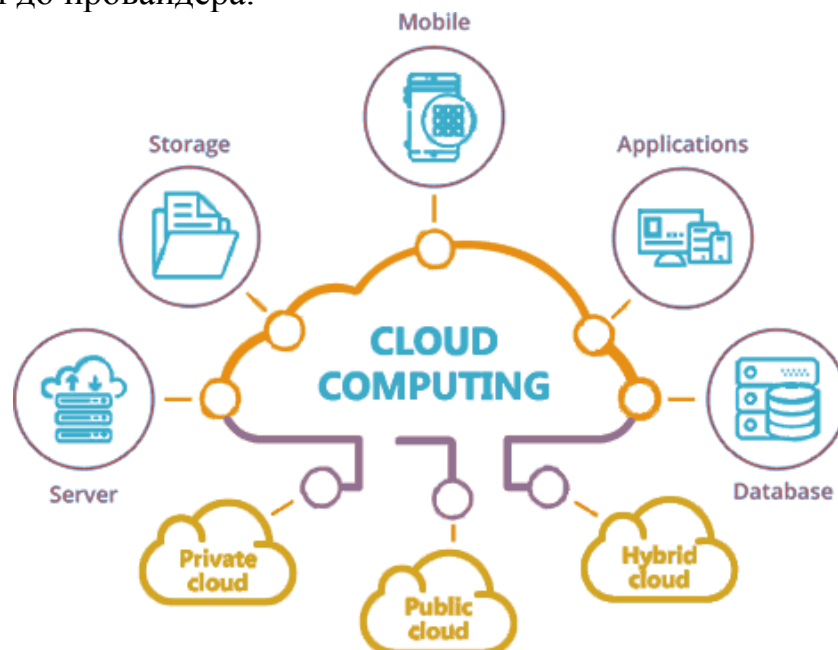


Рисунок 1

Хмарні обчислення мають наступні ключові характеристики:

1. Самообслуговування за запитом

Якщо ви вирішите в суботу ввечері, що вам необхідно використовувати обчислювальні можливості хмари, ніби мережевого сховища інформації, ви зможете зробити це самостійно без допомоги співробітників провайдера.

2. Вільний доступ через мережу Інтернет

В основному, щоб скористатися можливостями і послугами хмарних обчислень, потрібно мати доступ в мережу. Більш того, скористатися послугами можна з різних пристроїв, будь то ноутбук або ж мобільний телефон.

3. Об'єднання ресурсів

Провайдер об'єднує всі хмарні ресурси в один пул і пропонує їх для використання шляхом множинної оренди. Всі віртуальні та фізичні ресурси хмари виділяються в залежності від ваших і інших користувачів потреб. До ресурсів належать сховище, оперативна пам'ять, віртуальні машини, обчислювальна потужність, пропускна здатність.

4. Швидка масштабованість

У разі необхідності обсяг ресурсів швидко резервується і масштабується під ваші вимоги. Провайдери часто практикують сценарії,

щоб ви могли купити необхідні ресурси в будь-який час і в будь-якому обсязі.

5. Вимірна послуга

Щоб ви і хмарний провайдер оперували чесними даними про обсяг використаних послуг, усі ресурси автоматично контролюються, вимірюються й оптимізуються. Серед таких ресурсів: обчислювальна потужність, число активних користувачів, обсяг сховища, пропускна здатність і інше.

Моделі хмарних обчислень

NIST розглядає Cloud Computing з точки зору трьох сервіс-моделей. Це набір компонентів для розробки продукту: від налаштування низькорівневої інфраструктури до готових до використання бізнес-компонентів.

1. **Software as a Service (SaaS)** – програмне забезпечення як послуга.

Подібна хмарна модель означає використання ПЗ провайдера, яке функціонує в хмарній інфраструктурі. Ви можете використовувати подібне програмне забезпечення через клієнтський або програмний інтерфейс. Важливо розуміти, якщо ви використовуєте SaaS-послугу, ви не зможете керувати такою хмарною інфраструктурою як ОС, мережа, сховище, сервер. Серед яскравих прикладів: Microsoft 365.

2. **Platform as a Service (PaaS)** – платформа як послуга.

Вам надається в користування платформа хмарних обчислень, де є всі необхідні хмарні мови, послуги, інструменти, бібліотеки від самого хмарного провайдера. Ви також не можете управляти базовою хмарною інфраструктурою, серверами, мережею, ОС і сховищами. Але натомість ви можете керувати програмами та частково параметрами конфігурації середовища додатків. Серед яскравих прикладів: Microsoft Azure.

3. **Infrastructure as a Service (IaaS)** – інфраструктура як послуга

У вас в розпорядження є обчислювальні потужності, сховище, мережа та інші важливі обчислювальні ресурси, за допомогою яких ви можете розгортати та керувати довільно вибраними ПЗ. У них може входити додатки й операційні системи. Ви також не керуєте хмарною інфраструктурою, але можете налаштовувати ОС, розгорнуті додатки, сховище та частково управляти деякими компонентами на зразок міжмережевих екранів вузла. Серед відомих провайдерів послуги – Google, IBM, Amazon і інші.

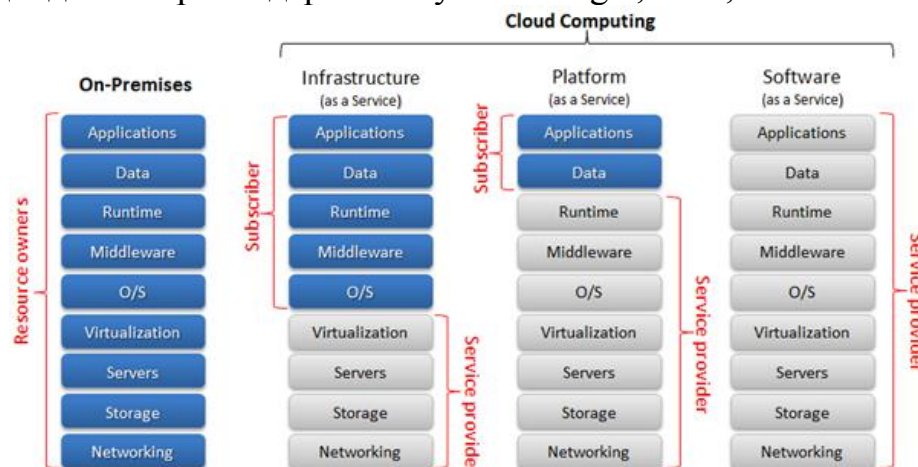


Рисунок 2

Стосовно першої колонки **On premises** - тут немає провайдера, який допоможе розгорнути систему з нуля. Користувачу треба самостійно займатися всіма аспектами своєї системи. Переважно це сильна команда інфраструктури, яка опікується залізом, мережею, організацією дата-центрів.

NIST виділяє чотири моделі розгортання у хмарі:



Рисунок 3

Приватна хмара (Private Cloud)

Всі ресурси приватної хмари використовуються лише однією компанією або групою компаній. Подібна модель розгортання хмарних обчислень управляється як самою компанією-клієнтом, так і провайдером хмарних послуг. Зазвичай подібна деталь обговорюється ще на стадії укладання договору. Якщо компанія розуміє, що у неї немає відповідних фахівців, вона користується послугою віддаленого адміністрування.

Хмара спільноти (Community cloud)

Провайдер надає хмарну інфраструктуру в використання для спільноти споживачів, у яких є спільна місія, політика безпеки, і вимоги для коректного виконання роботи. Хмарою можуть володіти й управляти відразу кілька організацій спільноти або провайдер послуги.

Публічна хмара (Public cloud)

Ресурси подібної хмари відкрито й активно використовуються різними користувачами в Інтернеті. Зазвичай така хмарна інфраструктура управляється і належить певній державній, комерційній або академічній організації. Послугами публічної хмари користуються не тільки звичайні користувачі, але і стартапи, і великі компанії з великим кількістю філій.

Гібридна хмара (Hybrid cloud)

Це комбінація трьох попередніх моделей. Найчастіше це Private- та Public-клауди, інтегровані через VPN-тунель. Подібна схема використовується у різних ситуаціях. Наприклад, компанія має дешеві сервери в Private для зберігання чутливих даних. При цьому компанія раз на місяць має потребу у важких обчисленнях. Та лише заради цього купувати дорогий сервер недоцільно. Тому такі операції вигідніше запускати в Public і сплачувати за фактичне використання обладнання.

3. Amazon Web Services.

Лідери ринку cloud-технологій

Один із перших Cloud Computing провайдерів була компанія Salesforce. Наприкінці 1990-х компанія почала надавати свої віддалені сервери для комерційного використання. Згодом до них приєднався Amazon, запустивши у 2002 році Amazon Web Services. У 2010 році на ринку з'явилася платформа Microsoft Azure, а через три роки — Google Cloud Platform.

Посилаючись на щорічне дослідження Gartner, найпопулярнішими провайдерами хмарних послуг є Amazon Web Services, Azure від Microsoft та Google Cloud Platform (уже кілька років поспіль). Розглянемо трохи детальніше кожен з них.

Amazon Web Services

Технологія AWS базується на серверних кластерах (фермах), розташованих по всьому світі. Плата за користування базується на комбінації використання апаратних засобів/ОС/програмного забезпечення/мережевих функцій, вибраних користувачем, а також вимог до доступності, надлишковості (redundancy), безпеки та додаткових параметрів. Виходячи з того, що користувач потребує і оплачує, він може зарезервувати один віртуальний комп'ютер (VM), кластер віртуальних комп'ютерів (VM Cluster), фізичний (реальний) комп'ютер (Server), призначений для його виняткового використання, або навіть кластер фізичних комп'ютерів (Server Cluster). Компанія Amazon зобов'язується керувати та оновлювати програмне та апаратне забезпечення для дотримання необхідних стандартів безпеки. AWS працює в багатьох географічних регіонах, у тому числі в Канаді, Німеччині, Ірландії, Сінгапурі, Токіо, Сіднеї, Пекіні, Лондоні і т. д.



Рисунок 4 Основні локації розташування дата центрів Amazon Web Services

Децентралізація обчислювальних потужностей дозволяє знизити ризики повної відмови системи, а також надає можливість отримувати

відповідь на запит зі значно нижчою затримкою. Слід також зазначити, що обсяг наявних послуг відрізняється в залежності від обраного регіону, а також ціна на одні й ті самі послуги не є однаковою в залежності від обраного регіону. Проте доступ до обчислювальних потужностей дата центру у будь-якому регіоні можливий практично з будь-якого куточку світу, тож його вибір в більшості випадків не залежить від розташування розробника.

Дата-центр – це будівля або приміщення, призначенням яких є зберігання та обробка даних. У межах одного регіону існує декілька менших дата-центрів, які отримали назву зони доступності (availability zone). Між цими зонами доступності існує високошвидкісне з'єднання, тож компанія, яка надає послуги хмарного обчислення, гарантує наднизьку затримку у доставці сигналів між цими зонами. Увесь трафік між цими зонами доступності зашифрований, а відстань між зонами доступності у межах одного регіону не перевищує 100 кілометрів.

До десятки найпопулярніших сервісів Amazon Web Services входять наступні сервіси:

1. Amazon S3 (Simple storage service). Даний сервіс призначений для зберігання та завантаження даних із хмари. S3 дозволяє користувачеві зберігати, завантажувати та отримувати великі файли розміром до 5 ТБ з хмари. Це масштабований, недорогий і швидкісний сервіс, призначений для архівування та резервного копіювання прикладних програм та даних.

Користувачі мають контроль над публічним або приватним доступом до даних.

2. Amazon EC2 (Elastic Computing Cloud). Даний сервіс надає обчислювальні можливості в хмарі Amazon Web Services з можливістю масштабування. За допомогою Amazon EC2 можна швидко, ефективно та не дорого розробляти та розгортати програмні продукти. Також можна використовувати Amazon

EC2 для запуску віртуальних серверів відповідно до вимог користувача.

3. Amazon Lambda. Даний сервіс дозволяє користувачеві запускати код без будь-якого сервера, тобто втілює без серверну концепцію (Serverless).

Amazon Lambda виконує код лише тоді, коли це потрібно користувачеві та автоматично масштабує його. Користувачі платять лише за час обчислень, не потрібно платити у той час, коли його код не працює. Ця служба підтримує код, написаний на Node.js, Java, Python та мовах, які підтримуються Amazon Linux.

4. Amazon Glacier. Це он-лайн сервіс для зберігання даних, який надає недороге та ефективне сховище з функціями безпеки для архівування та резервного копіювання даних. За допомогою Glacier ви можете ефективно зберігати інформацію протягом місяців, років або навіть десятиліть. За перевагу у вигляді низької ціни користувач розплачується часом, за який він може отримати доступ до цих даних. Amazon Web Services гарантує відповідь на запит про доступ до даних в межах одного тижня (у середньому три дні).

5. Amazon SNS (Simple Notification Service). SNS розшифровується як служба простого сповіщення. Даний сервіс керує та доставляє повідомлення або сповіщення користувачам та клієнтам. У SNS існує два типи клієнтів: абоненти та видавці. Видавці створюють та надсилають повідомлення до абонента по каналах зв'язку. Абоненти отримують сповіщення від видавця щодо одного з підтримуваних протоколів, таких як Amazon SQS, HTTP/S, EMAIL, SMS, Amazon Lambda, тощо.

6. Amazon CloudFront. Це варіація концепції CDN (Content Delivery Network), яка полягає в тому, що файли попередньо завантажені на сервери у різних точках світу, тож користувач може значно швидше завантажити ці файли.

Цей сервіс прискорює надсилання вашим користувачам вашого динамічного та статичного контенту, такого як .css, .html та файли зображень.

7. Amazon EBS (Elastic Block Storage). Використовується для зберігання постійних даних. Це сховище на рівні блоків для використання в обчислювальних серверів EC2. Ви можете використовувати службу EBS для переміщення даних з одного сервера в інший, не втрачаючи збережених даних. Ви можете монтувати кілька сховищ до одного сервера, але кожен сховище можна приєднати лише до одного сервера одночасно.

8. Amazon Kinesis. AWS пропонує сервіс Amazon Kinesis для обробки великих даних у режимі реального часу. Це дозволяє розробникам брати будь-який великий обсяг даних з будь-якого джерела, яке може працювати на серверах

EC2. Він зберігає, збирає та обробляє дані з великих розподілених потоків, таких як канали соціальних мереж та події журналу. Після завершення обробки даних він одночасно розповсюджує дані споживачам.

9. Amazon VPC (Virtual Private Cloud). Даний сервіс дозволяє ізолювати частину хмарних сервісів користувача. Цей сервіс дає повний контроль над віртуальним мережевим середовищем, а також дає можливість створювати та розподіляти ресурси всередині хмари користувача. Також він відповідає за безпеку ресурсів користувача.

10. Amazon SQS (Simple Queue Service). Розшифровується як сервіс простих черг і управляє сервісами черги повідомлень. За допомогою цього сервісу користувач може переміщувати дані або повідомлення з однієї програми в іншу, навіть якщо вони не перебувають у запущеному чи активному стані.

SQS надсилає повідомлення між кількома службами, включаючи S3, DynamoDB, EC2 сервер, а також використовує службу черги повідомлень Java для доставки інформації. Максимальний час перебування видимості повідомлення становить 12 годин у черзі SQS.

Серед сильних сторін — це лідер на ринку, перевірений часом. AWS містить усі основні сервіси для розробки і в той же час продовжує розвивати нові та інноваційні сфери. Провайдеру довіряють розгортання критичної інфраструктури з великими робочими навантаженням та продукти з чутливих

доменів. Існує багато кредитів та знижок, які пропонують стартапам та новачкам, а також сертифікатів та ліцензій на вимоги різних регуляторів.

Серед недоліків — багате різноманіття сервісів, які потребують глибокої технічної експертизи при виборі. У той же час AWS — це велика платформа, де щось постійно доопрацьовується, змінюється з точки зору технологій та практик. А це створює труднощі навіть для найбільш гнучких команд.

4. Google Cloud Platform

Основні можливості подібні до AWS та Azure. У тому ж дослідженні Gartner особливо виділили акцент платформи на роботу з Big Data, Machine Learning та аналітикою. А ще в Google пропонують вигідніші умови, що пояснюється бажанням залучити частину ринку.

Структура Google Cloud Platform схожа на структура Amazon Web Services,

а саме має такі спільні елементи:

- Мають дата центри по всьому світу (у 28 регіонах).
- Регіони поділені на зони (загалом 85 зон).
- Має мережу CDN (Content Delivery Network).
- У центрах з обробки даних знаходяться великі обчислювальні сервери, потужності яких виділяються під користувача на логічному рівні, а не на фізичному.

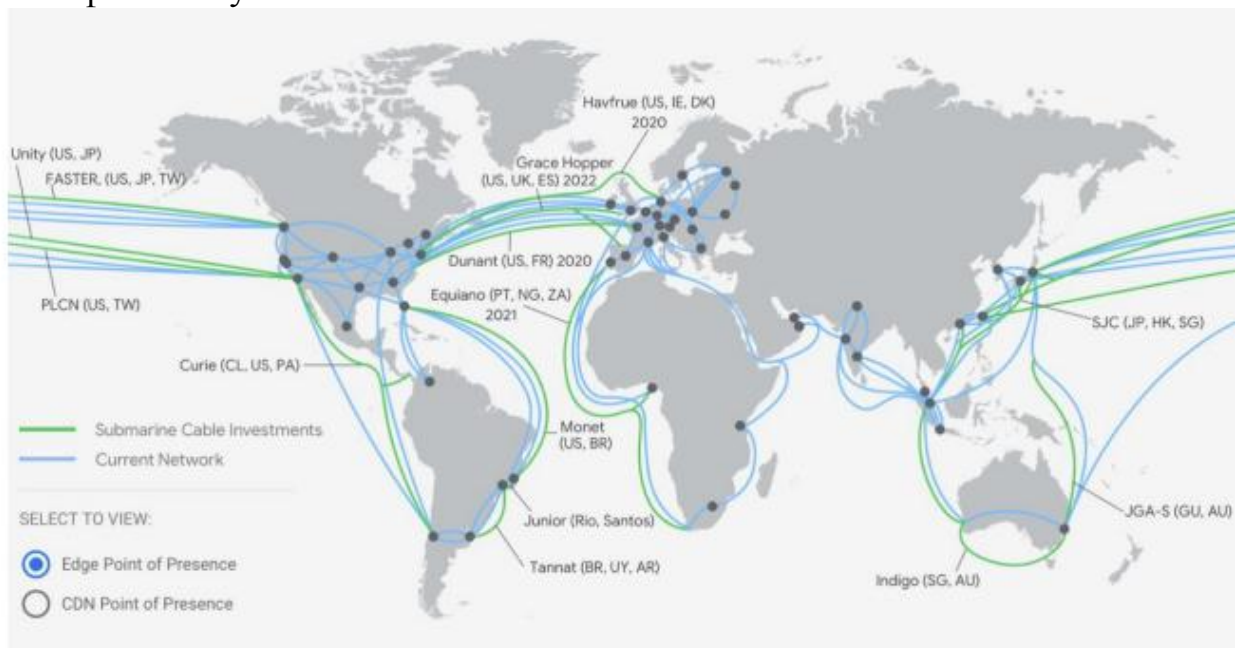


Рисунок 5 Основні локації розташування дата центрів Google Cloud Platform

Більшість сервісів, аналоги яких є найпопулярнішими для Amazon Web Services є також і найпопулярнішими у Google Cloud Platform. Однак найпоширенішим способом використання Google Cloud Platform є задачі, пов'язані із обробкою та аналізом великих даних.

Найпопулярніші сервіси з обробки даних, які надає Google Cloud Platform:

1. Google Big Table. Даний сервіс надає змогу зберігати дані у стислому вигляді, та мати високопродуктивний доступ до них. Це нереляційна база даних, її можна визначити як розріджену.

2. Google Big Query. Даний сервіс втілює без серверну концепцію, є широкомасштабованим, та витратно-ефективним сервісом обробки даних. Він дозволяє отримувати доступ до даних, які містяться у таблицях за допомогою SQL запитів. Доступ може здійснюватися через інтерфейс командного рядку, графічний веб інтерфейс та за допомогою API запитів.

В більшості випадків запити здійснюються до внутрішніх даних, але існує можливість робити запити і до даних, які знаходяться поза межею проекту користувача Google Cloud Platform, проте вони звисно є значно повільнішими. Користувач платить лише за об'єм опрацьованих даних.

3. Cloud Composer. Це сервіс, який повністю підтримується і обслуговується Google Cloud Platform і надає доступ до варіації Apache Airflow, який дозволяє будувати ETL процеси – процеси із вивантаження, перероблення та завантаження даних.

5. Microsoft Azure.

Платформа надає трохи менше, ніж AWS. Та її головна перевага — широка інтеграція з продуктами материнської компанії та різноманітні партнерські програми (VMware, NetApp, Red Hat, Cray, Databricks і так далі). Також в Azure активно розвиваються напрями Edge computing та IoT.

За даними Gartner, до недоліків платформи часто відносять зауваження клієнтів на періодичні проблеми з SLA у критичних сервісах, складнощі під час укладання комерційних контрактів та недостатню якість платної технічної підтримки.

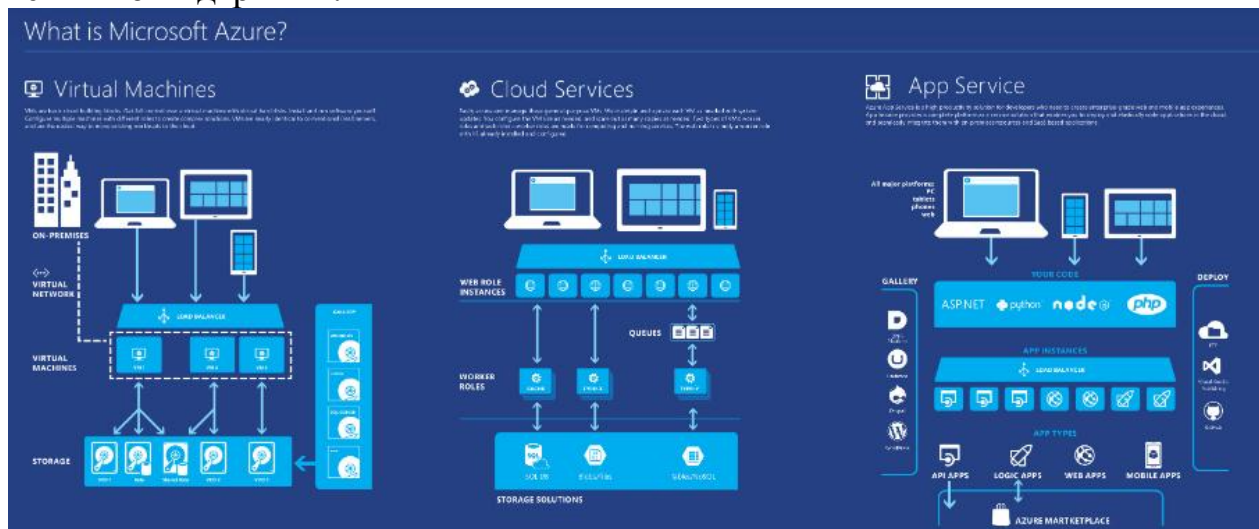


Рисунок 5

Microsoft Azure — це повноцінна хмарна платформа, на якій можна розміщувати наявні програми та спрощувати створення нових. Вона містить сотні сервісів, які потрібні для розробки, тестування та розгортання додатків.

Наприклад, розробники можуть скористатися сімейством повністю керованих баз даних Azure SQL, створених спеціально для хмари. Завдяки цій інтелектуальній службі компанії можуть легко переносити робочі

навантаження SQL на віртуальні машини Azure, модернізувати наявні додатки, забезпечити підтримку сучасних хмарних програм тощо. Таку можливість використовує авіакомпанія «Scandinavian Airlines», щоб знизити витрати на свою інфраструктуру та отримати гнучкість для своїх команд розробників.

Так, навесні 2021 року Scandinavian Airlines вирішила змінити середовище для розгортання своїх застосунків, а саме — перенести Java-додатки в Azure Kubernetes Service, щоб отримати переваги від мікросервісів та легко масштабувати рішення. Така міграція стала поштовхом для компанії повністю перенести свою базу даних з відкритим кодом на платформу Azure. Тепер її програми запускаються в кластері Kubernetes та взаємодіють з базою даних Azure для PostgreSQL.

Серед інших продуктів, платформа пропонує компаніям Azure App Service, який допомагає створювати та розміщувати вебпрограми, мобільні серверні системи та RESTful API будь-якою мовою програмування у хмарі, не керуючи інфраструктурою. Azure Quantum полегшує роботу з квантовими програмними забезпеченнями, а служби Azure Cognitive Services надають розробникам доступ до технологій штучного інтелекту за допомогою API-інтерфейсів.

Можливості різних клауд-провайдерів схожі. Різниця лише в особливостях використання тих чи інших сервісів. Розглянемо поширений приклад дата пайплайну — коли необхідно організувати роботу з великим масивом даних. Основними сервісами можуть бути:

Object storage — розподілене сховище, яка не накладає обмежень на формат зберігання об'єктів. Дозволяє налаштувати життєвий процес даних: реплікацію, розміщення у певних регіонах тощо. В AWS для цього використовується сховище S3, в Azure — Blob Storage, в GCP — Cloud Storage.

Message queue — у кожній системі для роботи з даними повинна бути своя «кровоносна система», яка дозволяє переміщувати дані між різними сервісами. До цієї категорії належать Kinesis/Managed Kafka в AWS, Storage Queues в Azure та Pub/Sub у Google Cloud Platform.

Data ingestion tool — використовується для інтеграції внутрішніх сервісів обробки даних із будь-яким джерелом даних. Це Glue в AWS, Data Factory в Azure та Cloud Data Fusion на базі GCP.

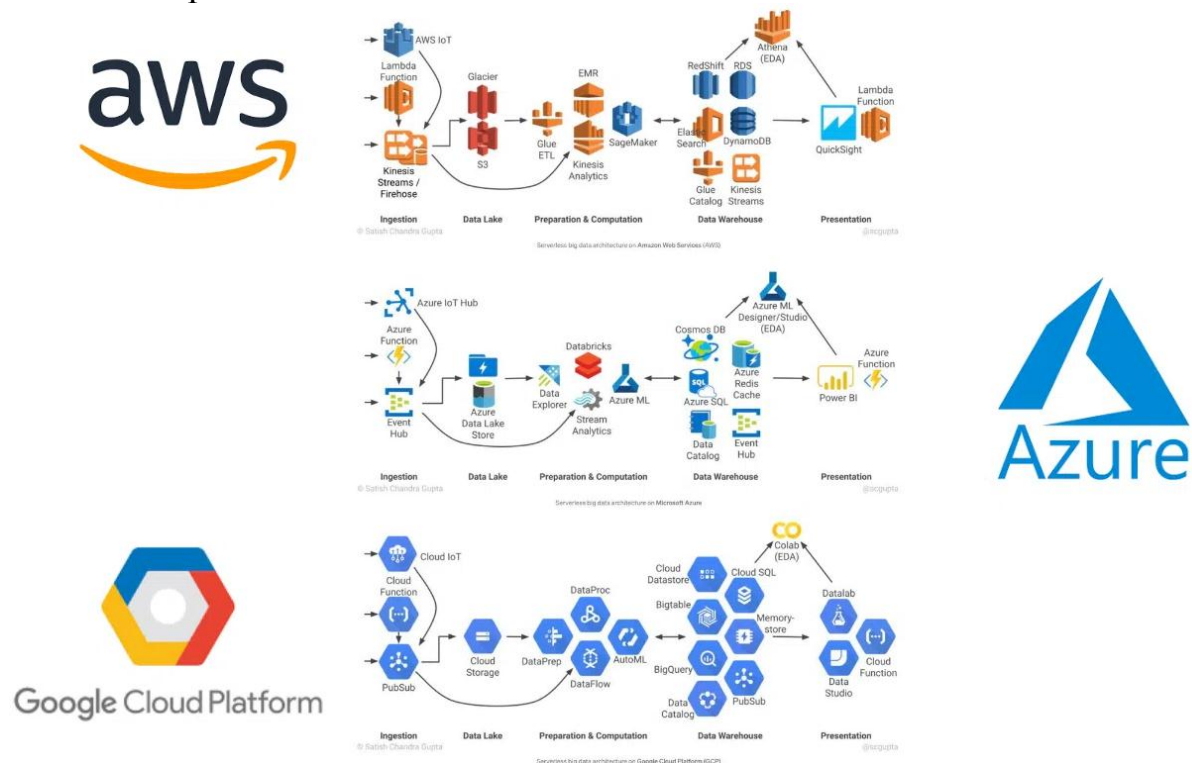
Compute engine — зазвичай це сервер, в який інтегрований фреймворк на кшталт Spark, Link чи Storm для роботи з даними у великих масштабах. Йдеться не просто про переміщення даних, а про реалізацію конкретних бізнес-завдань. Наприклад, прогону ML-моделей, аналітики тощо. В AWS для цього маємо EMR, в Azure — Data Explorer, в Google Cloud Platform — Dataflow/Dataproc.

MPP SQL DB — база даних, яка реалізує патерн паралельної обробки. З її допомогою можна підготувати та проаналізувати дані без втрати масштабу. Дозволяє аналітикам працювати через SQL-інтерфейс. Однак це не

традиційна БД, оскільки шари зберігання та обробки розділені. Це ніби двигун для трансляції SQL-запиту в розподілений застосунок, який виконує з даними певну операцію. До прикладу, це Redshift/Athena (AWS), Synapse Analytics (Azure), BigQuery (GCP).

Operational DB — застосовуються для вивантаження даних, що використовуються найчастіше. Зазвичай їх небагато, і тому немає сенсу використовувати MPP SQL DB і завантажувати її постійними реквестами, які є досить дорогими, враховуючи їх ціну використання. Приклади операційних БД: BigTable(KV), Spanner(SQL)(GCP); DynamoDB(KV), Aurora(SQL)(AWS); CosmosDB(KV), Azure SQL(SQL)(Azure) тощо.

Orchestration tools — необхідні для управління складними процесами із заданим порядком виконання taskів. З їх допомогою можна, скажімо, додавати логіку на тому чи іншому етапі. У кожного провайдера свої інструменти оркестрації. В AWS це Data Pipeline, Azure має Data Factory, а у GCP є Composer.



Усі ці сервіси розгорнуті навколо таких основних компонентів клауду, як нетворкінг, комп'ютинг та IAM (Identity & Access Management).

Питання для самоконтролю

1. Які типи моделей хмарних обчислень ви знаєте?
2. Які моделі розгортання хмар ви знаєте?
3. Чим відрізняються SaaS від IaaS?
4. Назвіть ключові характеристики хмарних обчислень.
5. Що собою представляє інфраструктура AWS?
6. В чому особливість Microsoft Azure?
7. Які основні спрямування Google Cloud Platform?