

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління
Кафедра Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Інтелектуальний аналіз міграції даних з фізичних серверів до хмарних
обчислювальних середовищ
(тема)

Виконав:

здобувач II курсу, групи КІТм-23-1

Нікіта НЕЧИПОРЕНКО

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Комп'ютерні інтелектуальні технології
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. каф. КІТС Наталія СЕРДЮК
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Зав. кафедри

Олег РУДЕНКО
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Комп'ютерної інженерії та управління
Кафедра	Комп'ютерних інтелектуальних технологій та систем
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Тип програми	освітньо-професійна
Освітня програма	Комп'ютерні інтелектуальні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«_____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Нечипоренку Нікіті Сергійовичу 1. Тема роботи (проекту) Інтелектуальний аналіз міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ затверджена наказом університету від "28" жовтня 2024 р. № 1256 Ст

2. Термін подання учнем роботи до екзаменаційної комісії 20.01.2024р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту) _____

1) різновиди хмарних моделей; _____

2) використання PostgreSQL, AWS SLI для міграції даних з фізичного серверу до хмарних обчислювальних середовищ; _____

3) хмарні провайдери AWS, Azure, GCP _____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі:

Аналіз предметної області та постановка задачі _____

Провести аналіз проблеми міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ _____

Дослідити існуючі рішення щодо міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ _____

Провести вибір моделі та інструментів щодо практичної реалізації міграції даних з фізичних серверів до обраної хмарної платформ _____

Практична реалізація міграція даних з фізичного серверу до AWS за допомогою розширення AWS SLI, системи адміністрування базою даних pgAdmin та використання системи управління базою даних PostgreSQL _____

Оцінити рентабельність використаних ресурсів до отриманого результату для сценаріїв різних величин _____

Підготовка презентаційного матеріалу

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням кафедри)

16 слайдів презентаційного матеріалу

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно до наказу, зазначеному у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та узгодження теми проекту	28.10.2024	Виконано
2	Аналіз предметної області та постановка задачі	30.11-29.11.2024	Виконано
3	Провести аналіз проблеми міграції даних	30.11- 07.12.2024	Виконано
4	Дослідити існуючі рішення щодо міграції даних	08.12-10.12.2024	Виконано
5	Провести вибір моделі та інструментів щодо практичної реалізації міграції даних	11.12-16.12.2024	Виконано
6	Практична реалізація міграція даних	17.12-24.12.2024	Виконано
7	Оцінити рентабельність використаних ресурсів	25.12-29.12.2024	Виконано
8	Підготовка ПЗ та презентаційного матеріалу	30.12-23.01.2025	Виконано
9	Подання до ЕК	20.01.2025	Виконано
10	Захист проекту	23.01.2025	

Дата видачі завдання «28» жовтня 2024 р.

Здобувач _____

(підпис)

Керівник роботи _____

(підпис)

доцент Н. М. Сердюк

(посада, ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 77 сторінок, 26 рисунків, 3 таблиці, 1 додаток, 12 джерел

ХМАРНІ ПРОВАЙДЕРИ, МІГРАЦІЯ ДАНИХ, ХМАРНА МОДЕЛЬ, ІНТЕГРАЦІЯ, БАЗА ДАНИХ, МАСШТАБУВАННЯ, AWS, GCP, AZURE, МАСШТАБУВАННЯ, ПЛАТФОРМА, ВЕБ-СЕРВЕР

Метою цієї кваліфікаційної роботи є аналіз міграції даних з локальних фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ та доцільності застосування міграції як у індивідуальних проектах, так і для малого, середнього та великого бізнесу в рамках швидкого зросту кількості даних під час стрімкої цифрової трансформації.

Міграція даних з локального фізичного серверу до платформи-середовища хмарного провайдера з подальшою підтримкою бази даних є складним процесом, що потребує використання сучасних технологій задля підготовки локальної бази даних до майже безшовної інтеграції з хмарним середовищем за допомогою сучасних компонентів від Amazon – SLI-розширень та мережевого тунелювання між серверами у хмарі та на локальних потужностях заради безпечного інтегрування у хмару.

Міграція бази даних до найбільших надавачів хмарних послуг, таких як AWS від Amazon, GCP від Google та Azure від Microsoft та інтеграція з сервісами та модулями хмарних платформ відкриває можливості до стрімкого масштабування додатків, підтримувати додаток та інтегровані дані під захистом найсучасніших стандартів безпеки під час стрімко зростаючих навантажень на програмно-апаратні комплекси.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 77 pages, 26 figures, 3 tables, 1 appendices, 12 sources

CLOUD PROVIDERS, DATA MIGRATION, CLOUD MODEL, INTEGRATION, DATABASE, SCALABILITY, AWS, GCP, AZURE, SCALABILITY, PLATFORM, WEB SERVER

The purpose of this qualification work is to analyze the migration of data from local physical servers to cloud computing environments and the feasibility of using migration both in individual projects and for small, medium and large businesses as part of the rapid growth of data during the rapid digital transformation.

Migrating data from a local physical server to a cloud provider's platform environment and then maintaining the database is a complex process that requires the use of modern technologies to prepare the on-premises database for almost seamless integration with the cloud environment using modern components from Amazon - SLI extensions and network tunneling between servers in the cloud and on-premises facilities for secure integration into the cloud.

Migrating the database to the largest cloud service providers such as Amazon's AWS, Google's GCP, and Microsoft's Azure and integrating it with cloud platform services and modules opens up opportunities for rapid application scaling, maintaining the application and integrated data under the protection of the most advanced security standards during rapidly growing loads on hardware and software systems.

АНОТАЦІЯ

Нечипоренко Н.С. Інтелектуальний аналіз міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ. – Магістерська кваліфікаційна робота.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню інтелектуального аналізу процесу міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ. У роботі детально розглянуто ключові аспекти цього процесу, включаючи сучасні методи, інструменти та платформи. Основна увага зосереджена на впровадженні інноваційних підходів, які забезпечують безпеку, масштабованість та економічну ефективність перенесення даних. Особливий акцент зроблено на порівнянні хмарних провайдерів (AWS, GCP, Azure) і практичному використанні їхніх сервісів для різних сценаріїв.

У першому розділі роботи проведено аналіз предметної області. Розглянуто передумови появи хмарних технологій, зокрема потребу в гнучких, масштабованих і доступних рішеннях для зберігання та обробки великих обсягів даних. Визначено основні проблеми, пов'язані з використанням традиційної фізичної інфраструктури, такі як високі витрати на обслуговування, обмеженість масштабування та ризики втрати даних через апаратні збої. Описано сучасні тенденції розвитку ринку хмарних обчислень, які включають інтеграцію штучного інтелекту, IoT і автоматизацію робочих процесів.

У другому розділі проаналізовано існуючі рішення та підходи до міграції даних. Розглянуто моделі хмарних обчислень: IaaS (інфраструктура як послуга), PaaS (платформа як послуга) та SaaS (програмне забезпечення як послуга). Показано їхню реалізацію в провідних провайдерів: AWS, GCP та Azure. Визначено переваги та недоліки кожної платформи, включаючи вартість, функціональність та рівень підтримки безпеки. Особливу увагу

приділено інструментам міграції, таким як AWS Database Migration Service, Azure Migrate та Google Cloud Migrate, які забезпечують автоматизацію та мінімізацію ризиків під час перенесення даних.

У третьому розділі роботи описано вибір інструментів і методів для реалізації практичної міграції даних. Розглянуто налаштування PostgreSQL для підготовки баз даних до перенесення, а також використання сервісів AWS S3 для зберігання резервних копій. Детально викладено покроковий план міграції, включаючи створення резервних копій, налаштування конфігурацій для хмарного середовища та тестування після перенесення.

У четвертому розділі представлено оцінку ефективності реалізованих рішень. Проведено детальний аналіз витрат на міграцію для малого, середнього та великого бізнесу, враховуючи як початкові витрати, так і довгострокову економію. Виконано порівняння продуктивності та рівня безпеки між локальними серверами та хмарними платформами. Обґрунтовано доцільність використання AWS як найбільш гнучкого та масштабованого рішення, яке здатне задовольнити потреби різних типів організацій.

Визначено, що хмарні обчислення є ефективним і перспективним рішенням для оптимізації управління даними. У ході дослідження досягнуто поставлених цілей: виконано аналіз ринку хмарних платформ, розглянуто існуючі інструменти міграції та впроваджено практичний сценарій перенесення даних до AWS. Робота демонструє, що використання хмарних технологій дозволяє знизити витрати на інфраструктуру, підвищити рівень безпеки даних і забезпечити масштабованість у відповідності до потреб бізнесу. Окреслено перспективи подальших досліджень, зокрема інтеграцію штучного інтелекту та автоматизацію міграційних процесів.

ХМАРНІ ПРОВАЙДЕРИ, МІГРАЦІЯ ДАНИХ, ХМАРНА МОДЕЛЬ,
ІНТЕГРАЦІЯ, БАЗА ДАНИХ, МАСШТАБУВАННЯ, AWS, GCP, AZURE,
МАСШТАБУВАННЯ, ПЛАТФОРМА, ВЕБ-СЕРВЕР

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

AWS – Amazon Web Services

GCP – Google Cloud Platform

БД – база даних

СКБД – система керування базою даних

API – інтерфейс прикладного програмування (Application Programming Interface)

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

PaaS – платформа як послуга (Platform as a Service)

IaaS – інфраструктура як послуга (Infrastructure as a Service)

IoT – інтернет речей (Internet of Things)

VPC – віртуальна приватна мережа (Virtual Private Cloud)

RDS – керована служба реляційних баз даних (Relational Database Service)

VM – віртуальна машина (Virtual Machine)

AI – штучний інтелект (Artificial Intelligence)

ML – машинне навчання (Machine Learning)

SQL – мова структурованих запитів (Structured Query Language)

ЗМІСТ

Вступ.....	11
1 Аналіз предметної області та постановка задачі дослідження.....	13
1.1 Аналіз проблеми міграції даних з фізичних серверів до хмарних середовищ.....	13
1.2 Огляд існуючих хмарних провайдерів.....	14
1.3 Постановка задачі дослідження.....	17
2 Існуючі рішення щодо міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ.....	18
2.1 Аналіз стандартів в галузі хмарних технологій.....	18
2.2 Amazon Web Services як основний постачальник хмарних послуг.....	21
2.3 Google Cloud Platform як основний постачальник хмарних послуг.....	26
2.4 Microsoft Azure як основний постачальник хмарних послуг.....	32
2.5 Ціноутворення серед хмарних провайдерів.....	35
3 Вибір моделей та інструментів щодо практичної реалізації міграції даних з фізичних серверів до обраної хмарної платформ.....	40
3.1 IaaS як основна модель хмарних обчислень.....	40
3.2 PaaS як основна модель хмарних обчислень.....	41

3.3	SaaS	як	основна	модель	хмарних
обчислень.....					44
3.4	Технологічні			аспекти	хмарної
інфраструктури.....					46
3.5	Вибір	моделі	керування	базою	
даних.....					48
3.6	Вибір	системи	керування	базами	
даних.....					52
4 Міграція даних до хмарних обчислювальних середовищ.....					56
Висновки.....					66
Перелік джерел посилання.....					67
Додаток А. Слайди презентації.....					69

ВСТУП

Сьогодні хмарні технології все більше впливають на світ, і за відносно короткий час вони стали однією з ключових технологій сьогодення. Сучасні організації та підприємства все частіше переходять на використання хмарних обчислювальних середовищ, оскільки вони забезпечують високу гнучкість, масштабованість і доступність даних. Однак міграція даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ супроводжується низкою складних викликів, таких як забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації.

Необхідність вирішення цих завдань стає особливо важливою у світлі стрімкого зростання обсягу даних, які організації обробляють, і зростання ризиків, пов'язаних із кібератаками та втратою інформації.

Перенесення даних із фізичних серверів у хмару стало актуальним через зростання популярності хмарних обчислень і обмеження традиційних фізичних інфраструктур. До основних причин належать:

- швидкий ріст обсягу даних. За даними IDC, обсяг цифрових даних зростає в середньому на 16.1% щороку. Фізичні сервери часто не встигають масштабуватися відповідно до цих потреб [8];
- недоліки фізичної інфраструктури. Висока вартість обслуговування, ризики втрати даних через апаратні помилки та обмежена гнучкість фізичних серверів;
- потреба в глобальній доступності. Хмарні рішення дозволяють отримати доступ до даних із будь-якої точки світу, що неможливо у випадку локальних серверів.

На цьому фоні почали з'являтися апаратні й програмні комплекси, призначені для автоматизації, прискорення та підвищення безпеки перенесення даних у хмару.

Крім того, міграція у хмару відкриває можливості для оптимізації бізнес-процесів, підвищення конкурентоспроможності та створення нових цифрових продуктів. Ці переваги створюють потужний стимул для підприємств впроваджувати інноваційні підходи до управління даними в умовах зростаючої цифрової трансформації.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз проблеми міграції даних з фізичних серверів до хмарних середовищ

Міграція в хмару – це процес переміщення цифрових активів, таких як дані, додатки та ІТ-ресурси, у хмарне середовище.

Хмарне середовище – це віртуалізована інфраструктура (рис. 1.1), яка надає користувачам доступ до обчислювальних ресурсів через Інтернет. У цьому середовищі всі апаратні засоби, програмне забезпечення, обчислювальна потужність, сховища даних та мережеві можливості об'єднані у спільний ресурс, який можна масштабувати в залежності від потреб користувачів.

Основною ідеєю є те, що фізичні сервери, на яких розміщуються ці ресурси, розташовані у віддалених дата-центрах, що забезпечує централізоване управління, високу доступність і зниження витрат на обслуговування для кінцевих користувачів.

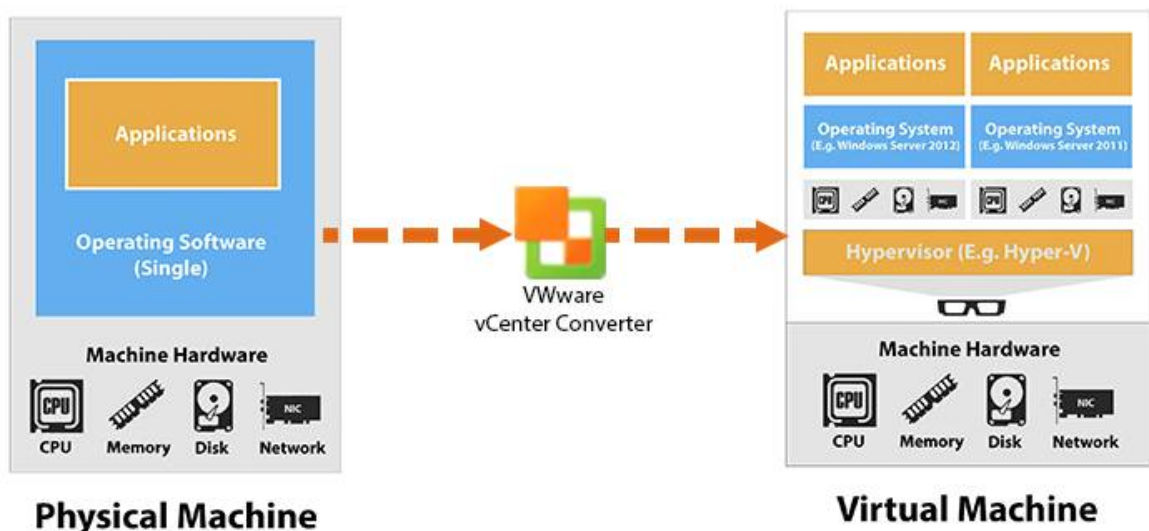


Рисунок 1.1 – Спрощена схема перетворення фізичної машини на віртуальну

Хмарне середовище підтримує різні моделі, такі як публічна, приватна та гібридна хмара, кожна з яких має свої особливості. Користувачі можуть отримувати доступ до послуг через веб-інтерфейс або API, що робить використання ресурсів зручним, гнучким і адаптивним до змін у робочих потребах.

Раніше організації запускали додатки та IT-сервіси на самокерованій IT-інфраструктурі, яка обслуговувалася у локальному центрі обробки даних. У деяких організаціях безпосередньо на об'єкті може функціонувати тисячі баз даних, додатків і системного програмного забезпечення. Під час міграції в хмару перенос цих робочих навантажень із локальних центрів обробки даних в інфраструктуру постачальника хмарних послуг здійснюється без перерв у роботі. Стратегія міграції в хмару передбачає надання пріоритету до робочих навантажень, планування та тестування, щоб систематично переносити операції у хмару [2].

1.2 Огляд існуючих хмарних провайдерів

З появою хмарних сервісів організації спочатку віддавали перевагу запуску в хмарі лише нових додатків, тоді як старі системи продовжували працювати на локальній інфраструктурі. Проте інтерес до процесів міграції значно зріс, коли організації почали усвідомлювати численні переваги хмарної інфраструктури.

Загалом, міграція даних до хмарних середовищ почалася приблизно на початку 2010-х років. Хоча технологія хмарних обчислень існувала й раніше, саме в цей період вона набула широкого поширення завдяки кільком ключовим подіям і технологічним досягненням. Розглянемо їх докладніше:

1) розвиток великих хмарних провайдерів:

– компанії, такі як Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure і Google Cloud, почали активно пропонувати послуги хмарної інфраструктури (IaaS), платформ (PaaS) і програмного забезпечення (SaaS). AWS, наприклад,

запустила свою першу хмарну платформу в 2006 році, але активне впровадження розпочалося після 2010 року, коли організації побачили її ефективність і можливість економії коштів;

2) зростання популярності SaaS-додатків:

– наприкінці 2000-х і на початку 2010-х років сервіси, такі як Salesforce, Google Workspace (раніше G-Suite) і Microsoft 365, демонстрували переваги роботи в хмарі, заохочуючи компанії переносити свої дані та процеси в хмарні середовища;

3) фокус на гнучкості та масштабованості:

– у 2010-х роках компанії зіткнулися зі стрімким зростанням обсягу даних і потребою в більш гнучких рішеннях для управління ними. Хмара пропонувала можливість масштабування ресурсів залежно від потреб, що стимулювало міграцію;

4) вартісна ефективність та економія:

– багато компаній почали розглядати хмарні рішення як спосіб зменшити витрати на підтримку фізичної інфраструктури. Особливо популярними стали публічні хмари, які забезпечували оплату лише за фактичне використання ресурсів;

5) інновації та швидкість розробки:

– використання хмарних платформ спрощувало впровадження нових інновацій, а також пришвидшувало процеси розробки та тестування. Цей фактор став ключовим для компаній, які прагнули залишатися конкурентоспроможними;

6) розвиток інструментів міграції:

– хмарні провайдери почали пропонувати зручні інструменти для міграції даних, що зробило процес переходу менш ризикованим і доступнішим для організацій будь-якого розміру.

Перехід на хмарні платформи став одним із ключових напрямків цифровізації у світі. Згідно з дослідженням Gartner, протягом 2025 року понад 85% організацій перенесуть свої робочі навантаження на хмарні платформи (рис. 1.2), що свідчить про високу затребуваність таких рішень. Наприклад, у 2022 році ринок хмарних обчислень зріс до \$368,97 мільярда, що на 19,5% більше порівняно з попереднім роком [1].

Cloud Migration Market Market Size

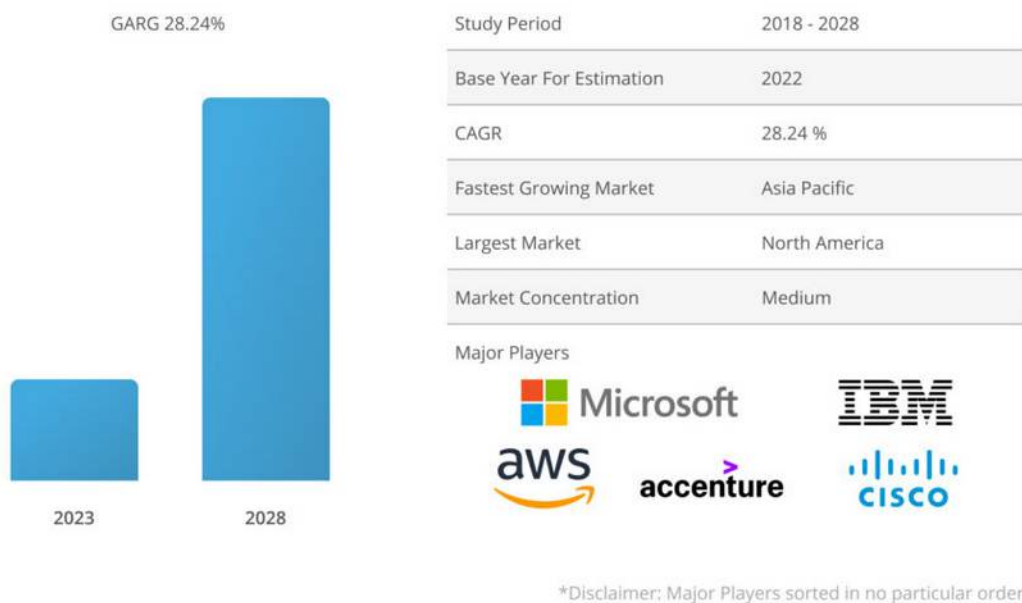


Рисунок 1.2 – Ринок зростання міграції даних до хмари

Однак, інтеграція фізичних серверів і даних у хмару є складним завданням, яке вимагає вирішення технічних, організаційних і проблем з безпекою.

1.3 Постановка задачі дослідження

Беручи до уваги тему дослідження, метою даної роботи є аналіз міграції даних з локальних фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ та доцільності застосування міграції як у індивідуальних проектах, так і для малого, середнього та великого бізнесу.

Для вирішення поставленої мети – буде доцільним реалізувати наступні завдання:

- провести аналіз проблеми міграції даних з фізичних серверів до хмарних середовищ;
- дослідити існуючі рішення щодо міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ;
- вибір моделей та інструментів щодо практичної реалізації міграції даних з фізичних серверів до обраної хмарної платформ;
- практична реалізація міграція даних з фізичного серверу до AWS за допомогою розширення AWS SLI, системи адміністрування базою даних pgAdmin та використання PostgreSQL;
- оцінити рентабельність використаних ресурсів до отриманого результату для різних сценаріїв: індивідуальний проект, проект малого, середнього та великого бізнесів.

2 ІСНУЮЧІ РІШЕННЯ ЩОДО МІГРАЦІЇ ДАНИХ З ФІЗИЧНИХ СЕРВЕРІВ ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ

2.1 Аналіз стандартів в галузі хмарних технологій

Для належної оцінки інформаційних ризиків використовуються методи та процедури, що базуються на чинних міжнародних стандартах з інформаційної безпеки. Без відповідних нормативних документів, які регламентують правові аспекти, проблеми, ризики та способи їх мінімізації, неможливе ефективне впровадження сучасних інформаційних технологій, таких як Web-, Cloud-, IoT- (Internet of Things) тощо.

Для підвищення довіри до онлайн-операцій і зменшення наслідків кібератак необхідно розробляти та впроваджувати міжнародні стандарти в галузі інформаційної безпеки. У сучасному цифровому середовищі, де продукти, процеси й послуги створюються і постачаються на глобальному рівні, при цьому хмарна інфраструктура провайдерів часто залишається непрозорою для користувачів, такі стандарти набувають особливого значення.

На даний момент активно створюються стандарти та рекомендації, орієнтовані на хмарні обчислення. Проте значна частина існуючих стандартів, які застосовуються до хмарних технологій, спочатку була розроблена для попередніх технологій, таких як веб-сервіси та платіжні системи. Зважаючи на те, що споживачі та постачальники хмарних послуг часто знаходяться в різних країнах, міжнародні стандарти в сфері хмарних обчислень стають особливо важливими.

Щороку у відкритому доступі з'являється дедалі більше робіт, присвячених огляду та аналізу актуального стану стандартів у цій галузі.

Відповідно до існуючої класифікації стандартоутворюючих корпорацій та органи мають наступну ієрархію рівнів:

- міжнародний (ISO / IEC [3], ITU [4]);
- міждержавний (форуми і консорціуми [5]);
- регіональний (європейські CEN / CENELEC [6]);
- національний (державні закони та стандарти, відомчі нормативні документи, керівництва, інструкції та ін. [7]).

Для стандартизації хмарних технологій державні кордони відступають, так як надавачі послуг в більшості знаходяться в різних країнах та континентах.

З причин відсутності міжнародних стандартів по сертифікації елементів хмарної інфраструктури та актуальності інформаційної безпеки елементи (дата-центри, канали і мережі комунікацій та інші) використовують сертифікати безпеки стандартів, як міжнародних, так і інших країн, суміжних напрямків.

Міжнародні корпорації, які займаються стандартами в сфері інформаційної безпеки представлені на рис. 2.1. В кожній країні також існують регіональні корпорації і відомства, що займаються розробкою нормативних документів у сфері інформаційної безпеки. На рис. 2.2 представлена схема взаємодії міжнародних і регіональних стандартоутворюючих корпорацій в сфері хмарних технологій.

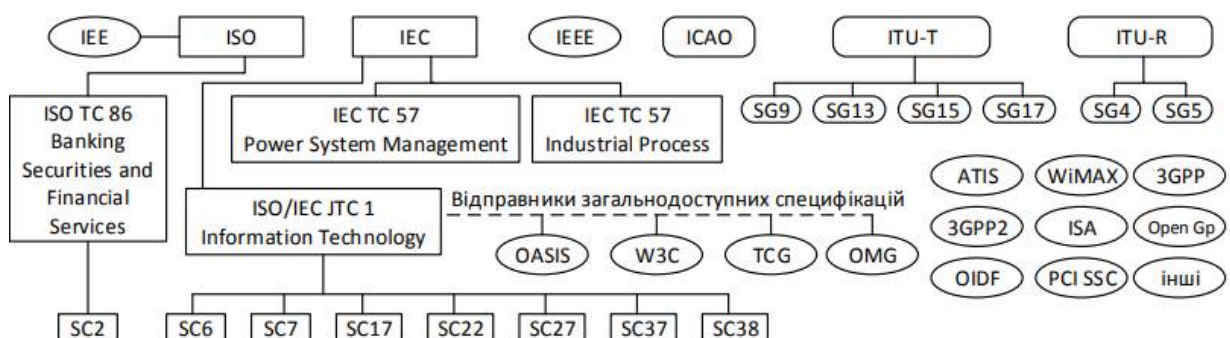


Рисунок 2.1 – Корпорації у міжнародному просторі, які приймають участь у розробці

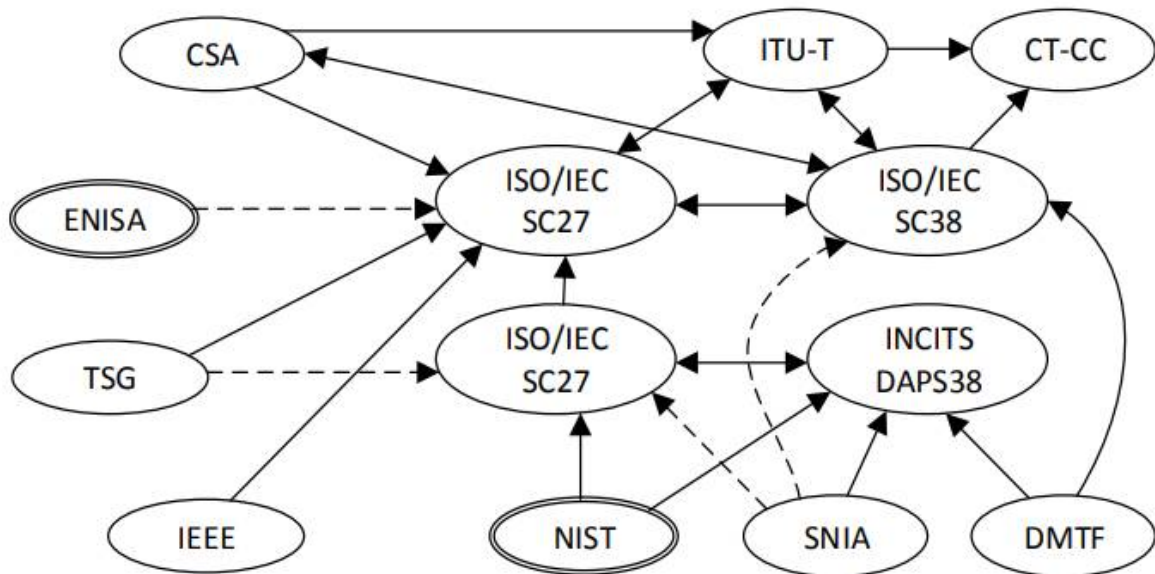


Рисунок 2.2 - Взаємодія між регіональними та міжнародними стандартами, що створюють корпорації

Переривчаста лінія відноситься до інформаційної взаємодії, а суцільна лінія відноситься до функціональної взаємодії.

Ефективне управління інформаційними ризиками в сучасних умовах неможливе без розробки, впровадження та дотримання міжнародних стандартів у сфері інформаційної безпеки. Ці стандарти є основою для регулювання правових норм, мінімізації ризиків та забезпечення прозорості процесів у хмарних технологіях, IoT та інших сучасних інформаційних інструментах.

Зважаючи на глобальний характер постачання продуктів і послуг, стандартизація стає ключовим чинником у гармонізації вимог між країнами, підвищенні довіри до технологій та пом'якшенні наслідків кібератак. Інтенсивна розробка нових стандартів, адаптованих до потреб хмарних обчислень, та використання сертифікаційних механізмів з урахуванням міжнародного досвіду сприяють зміцненню інформаційної безпеки й забезпеченню надійності інфраструктури. Саме тому міжнародні стандарти

відіграють вирішальну роль у розвитку та функціонуванні сучасного інформаційного середовища.

Задля відповідності сучасним стандартам безпеки та функціональної цілісності було обрано три найбільші хмарні провайдери, які відповідають усім критеріям нормативних документів.

2.2 Amazon Web Services як основний постачальник хмарних послуг

AWS був створений у 2006 році як платформа, що дозволяє компаніям використовувати обчислювальні ресурси без необхідності інвестувати у власне обладнання. Вона стала революційною завдяки своїй концепції "оплати за використання", яка суттєво знизила вартість входу в ІТ-інфраструктуру. AWS була одним із перших постачальників хмарних послуг, і її розвиток заклав основу для сучасного ринку хмарних обчислень.

З часом AWS перетворився на платформу, яка пропонує сотні сервісів, від базової інфраструктури, як-от обчислювальна потужність (Amazon EC2), до спеціалізованих інструментів для аналітики даних, медіа-сервісів, блокчейну та IoT.

AWS вирізняється своєю масштабністю та географічним охопленням. Платформа має понад 30 регіонів і 100 зон доступності (Availability Zones) – рисунок 2.1, що дозволяє користувачам розгорнути свої ресурси у будь-якій частині світу. Це гарантує високу доступність послуг, стійкість до відмов, а також зниження затримок для користувачів у різних регіонах.



Рисунок 2.1 – Зони доступності AWS

Також AWS має багато хмарних сервісів для клієнтів з будь-якими потребами:

1) обчислювальні потужності (compute):

– Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud): Надає віртуальні сервери (екземпляри) для запуску додатків, що підтримують різні операційні системи та конфігурації;

– AWS Lambda: Безсерверна обчислювальна платформа, яка виконує код у відповідь на події та автоматично керує ресурсами.

– Elastic Beanstalk: Платформа для швидкого розгортання веб-додатків і служб без необхідності керувати інфраструктурою;

2) зберігання даних (storage):

– Amazon S3 (Simple Storage Service): Масштабоване об'єктне сховище для зберігання будь-яких типів даних;

– Amazon EBS (Elastic Block Store): Надійне блочне сховище для використання з EC2-екземплярами;

– Amazon Glacier: Довготривале архівне сховище для рідко використовуваних даних.

3) бази даних (databases):

- Amazon RDS (Relational Database Service): Керована служба реляційних баз даних для MySQL, PostgreSQL, Oracle та інших;
- Amazon DynamoDB: Швидка та масштабована NoSQL база даних;
- Amazon Redshift: Сховище даних для аналітики великих даних.

4) мережі та вміст (networking and content delivery):

- Amazon VPC (Virtual Private Cloud): Віртуальна приватна мережа для створення ізольованих ресурсів;
- Amazon CloudFront: Мережа доставки вмісту (CDN) для швидкого доступу до веб-ресурсів;
- AWS Direct Connect: Пряме з'єднання між локальною інфраструктурою та AWS для покращення пропускної здатності.

5) інструменти для розробників (developer tools):

- AWS CodePipeline: Автоматизація життєвого циклу розробки;
- AWS CodeDeploy: Автоматизоване розгортання додатків у хмарі або на локальних серверах;
- AWS CodeBuild: Компіляція, тестування та створення пакетів додатків у хмарі.

6) аналітика (analytics):

- Amazon EMR (Elastic MapReduce): Інструмент для обробки великих даних з використанням Hadoop;
- Amazon Athena: Сервіс для SQL-запитів до даних, що зберігаються в S3;
- Amazon QuickSight: Служба бізнес-аналітики для створення інтерактивних звітів і дашбордів.

7) штучний інтелект і машинне навчання (AI and ML):

- Amazon SageMaker: Платформа для розробки, тренування та розгортання моделей машинного навчання;
- Amazon Rekognition: Сервіс для аналізу зображень і відео;
- Amazon Polly: Інструмент для перетворення тексту в мовлення.

8) безпека (security):

- AWS Identity and Access Management (IAM): Керування доступом і правами користувачів;
- AWS KMS (Key Management Service): Керування шифрувальними ключами для захисту даних;
- AWS WAF (Web Application Firewall): Захист веб-додатків від загроз, таких як SQL-ін'єкції та атаки XSS.

9) міграція та передача даних (migration and data transfer):

- AWS Migration Hub: Централізований інструмент для відстеження міграційних процесів;
- AWS Snowball: Фізичний пристрій для перенесення великих обсягів даних до AWS;
- AWS Database Migration Service (DMS): Інструмент для перенесення баз даних у хмару.

10) інтернет речей (IoT):

- AWS IoT Core: Керування підключенням і обміном даними між IoT-пристроями;
- AWS Greengrass: Локальне виконання функцій Lambda на IoT-пристроях;
- AWS IoT Analytics: Аналіз даних IoT-пристроїв.

AWS має широкий спектр клієнтів у різних галузях, включаючи стартапи, малі та середні підприємства, великі корпорації та урядові установи. Ось кілька прикладів клієнтів і їх застосувань:

1) технологічні компанії:

- Netflix використовує AWS для стримінгу відео, обробки даних, зберігання контенту та аналітики. AWS дозволяє Netflix масштабувати свої ресурси залежно від кількості користувачів;
- Airbnb платформа для оренди житла використовує AWS для зберігання даних, обробки платежів і аналітики;

– Pinterest AWS допомагає Pinterest обробляти великі обсяги зображень, виконувати машинне навчання для персоналізації контенту та підтримувати високу доступність платформи.

2) електронна комерція:

– Amazon.com як материнська компанія, Amazon.com використовує AWS для управління своїм масштабним інтернет-магазином;

– Zalando європейський ритейлер модного одягу використовує AWS для швидкого масштабування та обробки замовлень.

3) медіа та розваги:

– Disney використовує AWS для створення високоякісного контенту, потокової передачі відео та управління складними робочими навантаженнями;

– Discovery Communications перенесла свої робочі процеси у хмару AWS, щоб спростити зберігання відео та трансляцію контенту.

4) фінансові послуги:

– Goldman Sachs використовує AWS для фінансового аналізу, обробки великих даних і розробки інноваційних продуктів;

– Capital One упроваджує AWS для зберігання даних, машинного навчання та забезпечення безпеки даних клієнтів.

5) охорона здоров'я:

– Pfizer використовує AWS для обробки даних клінічних досліджень, аналізу генетичних даних і розробки ліків;

– Moderna для досліджень і розробок, пов'язаних із вакциною проти COVID-19, компанія обробляє величезні обсяги даних на AWS.

6) освіта:

– Coursera освітня платформа використовує AWS для управління курсами, масштабування під час пікових навантажень і аналітики користувачів;

– Edmodo використовує AWS для зберігання навчальних матеріалів і управління мільйонами користувачів.

7) державний сектор:

– NASA використовує AWS для аналізу даних про космос і моделювання;

– ЦРУ (CIA) зберігає та аналізує конфіденційні дані на приватних хмарних платформах AWS.

8) виробництво:

– General Electric (GE) використовує AWS для управління IoT-пристроями, зберігання та аналізу даних із промислового обладнання;

– Siemens інтегрує AWS у свої розумні системи управління виробництвом.

9) інші великі клієнти:

– BMW використовує AWS для управління даними автомобільних систем і обробки інформації з автомобілів;

– Shell AWS забезпечує аналіз великих даних для прогнозування продуктивності в нафтогазовій галузі.

Як ми можемо бачити, клієнти Amazon є майже у будь-якій галузі, від сервісу для обробки зображень до NASA, це свідчить про те, що сервіс надає послуги та сервіси, які будуть притаманні будь-якій компанії. Іншими словами – AWS є найуніверсальнішим хмарним провайдером.

2.3 Google Cloud Platform як основний постачальник хмарних послуг

Запропонований компанією Google набір хмарних служб, які виконуються на тій же самій інфраструктурі, яку Google використовує для своїх продуктів призначених для кінцевих споживачів, таких як Google Search та YouTube. Окрім інструментів для керування, також надається ряд модульних хмарних служб, таких як обчислення, зберігання даних, аналіз даних та машинне навчання.

Google Cloud Platform надає такі оточення як інфраструктура як послуга, платформа як послуга та безсерверні обчислення.

У квітні 2008 року, Google анонсувала App Engine — платформу для розробки та хостингу вебзастосунків у дата-центрах Google. Це був перший хмарний сервіс запропонований компанією. Для загальної публіки сервіс став доступним у грудні 2011 року. З моменту анонсу App Engine, Google встигла додати чисельні хмарні служби до своєї платформи.

Google Cloud Platform є частиною Google Cloud, який також включає Google Workspace, корпоративні версії Android та Chrome OS, а також API для машинного навчання та Google Maps[12].

Серед всіх хмарних провайдерів має найбільшу зону доступності – рисунок 2.2.

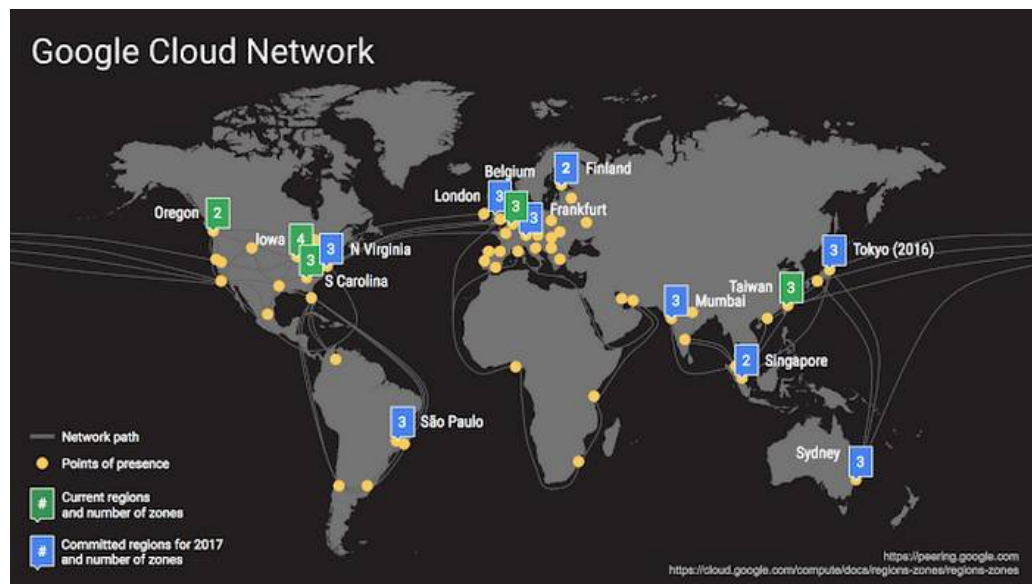


Рисунок 2.2 – Зони доступності GCP

Повертаючись до сервісів GCP, з моменту запуску платформи їх додалося чимало, у свою чергу самі сервіси у більшій мірі є орієнтованими на сервіси Google, або ж встановлюють фокус на машинне навчання (ML).

Доцільним буде розглянути декілька з основних GCP сервісів:

1) обчислювальні потужності (compute):

– Compute Engine віртуальні машини для запуску додатків;

– Kubernetes Engine керовані кластери Kubernetes для контейнерних додатків;

- Cloud Functions безсерверна платформа для виконання коду у відповідь на події;

- App Engine платформа для розробки та розгортання додатків без необхідності керувати інфраструктурою.

2) зберігання даних (storage):

- Cloud Storage масштабоване об'єктне сховище для будь-яких типів даних;

- Persistent Disk блочне сховище для віртуальних машин Compute Engine;

- Filestore кероване файлове сховище для додатків, які потребують файлової системи;

3) бази даних (Databases):

- Cloud SQL як керовані реляційні бази даних для MySQL, PostgreSQL, SQL Server;

- Cloud Spanner як глобальна розподілена база даних;

- Bigtable масштабована нереляційна база даних, оптимізована для аналітики великих даних і робочих навантажень з низькою затримкою;

- Firestore нереляційна база даних NoSQL, яка забезпечує синхронну роботу додатків у режимі реального часу;

- Datastore документо-орієнтована база даних NoSQL для веб- і мобільних додатків.

4) аналітика та обробка даних (analytics & data processing):

- BigQuery високопродуктивний сервер-less двигун для аналітики та роботи з великими даними;

- Dataflow керована платформа для обробки потоків даних у режимі реального часу та пакетного аналізу;

- Pub/Sub система публікації/підписки для передачі повідомлень між сервісами;

- Databroc керована платформа для Hadoop і Spark для обробки великих даних.

5) штучний інтелект та машинне навчання (ai & ml):

– Vertex AI платформа для створення, навчання та розгортання моделей машинного навчання;

– AI APIs готові до використання API для таких функцій, як обробка мови (NLP), аналіз зображень та відео, синтез мовлення;

– TensorFlow Enterprise оптимізоване середовище для роботи з TensorFlow, розроблене спеціально для корпоративних потреб.

6) мережі та підключення (networking):

– Cloud Load Balancing розподіл навантаження для забезпечення високої доступності додатків;

– Cloud CDN мережа доставки контенту для зменшення затримок доступу;

– Cloud VPN захищені з'єднання між локальними мережами та Google Cloud;

– Cloud Interconnect пряме підключення до мережі Google Cloud.

7) інструменти міграції (migration tools):

– Migrate for Compute Engine інструмент для перенесення локальних серверів у віртуальні машини в Google Cloud;

– Database Migration Service сервіс для перенесення баз даних з мінімальним часом простою;

– Transfer Appliance фізичний пристрій для перенесення великих обсягів даних.

8) інструменти безпеки та управління (security & management):

– Identity and Access Management (IAM) управління доступом до ресурсів;

– Cloud Security Command Center централізована платформа для управління безпекою;

– Cloud Key Management управління ключами шифрування для додатків і даних;

– Confidential Computing захист даних під час їхньої обробки за допомогою ізольованих середовищ.

В свою чергу, як і AWS – GCP має схожу консоль управління проектами – рисунок 2.3, через яку можна, встановивши розширення до командного рядка вашого комп'ютера підключитися до платформи.

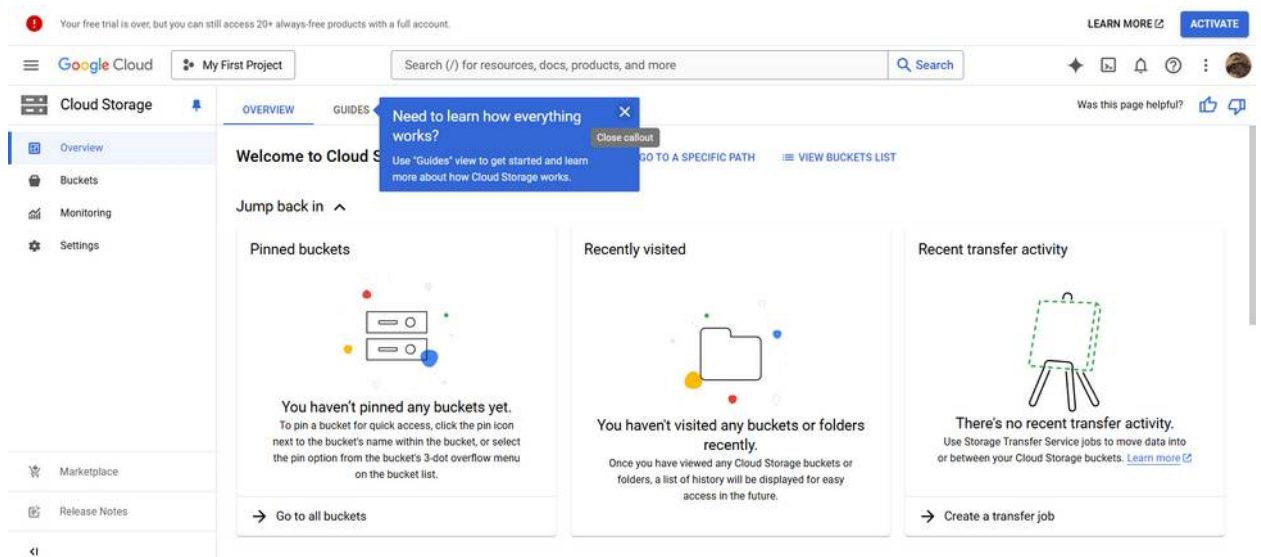


Рисунок 2.3 – Консоль GCP

Google Cloud Platform також має широке коло клієнтів, серед яких компанії з різних галузей, включаючи технології, роздрібну торгівлю, фінанси, медицину, виробництво, освіту тощо. Ось кілька прикладів клієнтів GCP і способів, якими вони використовують платформу:

1) технологічні компанії:

- Twitter використовує GCP для аналітики даних, зберігання архівних твітів і обробки величезних обсягів даних у реальному часі;
- Spotify застосовує BigQuery для аналізу поведінки користувачів і забезпечення персоналізованих рекомендацій.

2) роздрібна торгівля:

- Target розгорнула свої основні аналітичні платформи на GCP для вдосконалення ланцюгів постачання та підвищення точності прогнозів;
- Home Depot використовує Google Cloud для обробки онлайн-замовлень та управління запасами в магазинах.

3) фінанси:

- HSBC впроваджує GCP для аналізу фінансових ризиків і покращення обслуговування клієнтів через цифрові канали;
- PayPal використовує сервіси машинного навчання для виявлення шахрайства та аналізу транзакцій у реальному часі.

4) медіа та розваги:

- Snapchat обробляє фотографії та відео, а також виконує аналітику користувачів за допомогою GCP;
- YouTube (який належить Google) працює на Google Cloud для обробки відео, забезпечення трансляцій і підтримки функцій штучного інтелекту, таких як рекомендації.

5) медицина та біотехнології:

- Mayo Clinic застосовує GCP для досліджень в області медицини, зокрема для аналізу геномних даних;
- Pfizer використовує BigQuery та AI-сервіси для дослідження нових препаратів і вдосконалення виробничих процесів.

6) освіта:

- Khan Academy використовує Google Cloud для масштабування освітніх платформ і забезпечення глобального доступу до курсів;
- University of Sydney інтегрувала GCP для управління дослідницькими проєктами та зберігання даних.

7) виробництво та логістика:

- Schneider Electric застосовує Google Cloud для аналізу даних з інтернету речей (IoT) для моніторингу та управління енергоспоживанням.
- UPS використовує GCP для оптимізації маршрутів доставки та обробки даних у реальному часі.

Як і AWS, Google має багато різних клієнтів з різною специфікою. Google Cloud залучає як стартапи, так і великі корпорації завдяки своїм інноваційним рішенням, конкурентним цінам та інтеграції з іншими продуктами Google.

2.4 Microsoft Azure як основний постачальник хмарних послуг

Microsoft Azure — це хмарна платформа від Microsoft, яка надає широкий набір послуг для розробки, розгортання та управління додатками через глобальну мережу дата-центрів. Корпорація Microsoft представила платформу Windows Azure 27 жовтня 2008 року. Azure підтримує різні моделі розгортання, включаючи IaaS, PaaS, SaaS, і пропонує інтеграцію з локальними середовищами, що робить його одним із найгнучкіших і найбільш масштабованих хмарних рішень.

Microsoft Azure дозволяє розгорнути додатки як за допомогою Microsoft .NET і Visual Studio, так і за допомогою інших інструментів. Платформа працює на серверах Microsoft, доступ до неї можна отримати за протоколами HTTP, Representational State Transfer (REST), WS-* і Atom Publishing Protocol (AtomPub).

Платформа Azure Services Platform включає п'ять основних компонентів. Це сама операційна система Windows Azure, що керує дисковим простором, додатками і мережами, і Microsoft SQL Services для роботи з базами даних. Також в платформу входять Microsoft .NET Services, Live Services, і бізнес-компонент, що включає Microsoft SharePoint Services і Microsoft Dynamics CRM Services.

Звертаючи увагу на кількість зон доступності, які може запропонувати сервіс (рисунок 2.4) – є найменшим серед AWS та GCP, що в свою чергу може призвести до неприємної затримки між запитами до сервісу та бази даних.

Azure має також чимало хмарних сервісів:

1) обчислювальні потужності (compute):

– Virtual Machines (VMs) надає повністю настроювані віртуальні сервери;

– Azure Kubernetes Service (AKS) кероване середовище для контейнерів Kubernetes;

- Azure Functions безсерверна обчислювальна платформа;
- Azure App Service платформа для розгортання веб-додатків та API;
- Azure Batch інструмент для автоматизації виконання великих обчислювальних робіт.



Рисунок 2.4 – Зони доступності Microsoft Azure

2) зберігання даних (storage):

- Azure Blob Storage об'єктне сховище для великих обсягів даних;
- Azure Files файлове сховище для доступу через SMB протокол;
- Azure Disk Storage високопродуктивні диски для віртуальних машин;
- Azure Data Lake Storage сховище великих обсягів даних для аналітики.

3) бази даних (databases):

- Azure SQL Database керована реляційна база даних SQL;
- Azure Cosmos DB глобально розподілена база даних NoSQL;
- Azure Database for PostgreSQL/MySQL керовані бази даних для популярних SQL систем;

- Azure Data Factory інструмент для інтеграції та переміщення даних.

4) мережа (networking):

- Azure Virtual Network (VNet) забезпечує приватні мережі для ресурсів Azure;

- Azure Load Balancer балансування навантаження між серверами;

- Azure Application Gateway керований веб-брандмауер і балансування навантаження;

- Azure DNS управління DNS-записами;

- Azure ExpressRoute приватне з'єднання між дата-центрами та Azure.

5) аналітика і AI (analytics & ai):

- Azure Synapse Analytics комплексна платформа для аналітики великих даних;

- Azure Databricks інтегрована платформа для AI та аналітики на основі Apache Spark;

- Azure Machine Learning інструменти для навчання моделей машинного навчання;

- Cognitive Services API для розпізнавання тексту, зображень, мови та інших даних.

6) інструменти розробки (development tools):

- Azure DevOps засоби для управління життєвим циклом розробки програмного забезпечення;

- Visual Studio Online інтегроване середовище розробки у хмарі;

- Azure Logic Apps автоматизація робочих процесів;

- Azure API Management управління API інтерфейсами.

7) безпека і управління (security & management):

- Azure Active Directory (AAD) управління доступом і автентифікацією;

- Azure Security Center моніторинг і управління безпекою в реальному часі;

- Azure Policy автоматизація політик доступу та використання ресурсів.

З клієнтів Azure можна згадати про декількох представників корпоративного рівня:

- Volkswagen використовує Azure для створення платформи Industrial Cloud;
- Adobe побудувала свій інструмент Creative Cloud на основі Azure;
- GE Healthcare використовує Azure для обробки медичних даних і аналітики;
- BMW використовує Azure для цифрових сервісів у автомобілях.

У цілому, Azure більш націлений на клієнтів, для яких великою перевагою буде використання продуктів Microsoft 365, SQL Server, сервіси Windows та використання у розгортанні додатків на основі .NET – такі переваги будуть у нагоді при користуванні Microsoft Azure.

2.5 Ціноутворення серед хмарних провайдерів

Ціни на послуги в хмарних платформах, таких як Google Cloud Platform (GCP), Amazon Web Services (AWS) та Microsoft Azure, варіюються в залежності від багатьох факторів: типу ресурсу, регіону, обсягу використаних ресурсів та специфікацій. Оскільки ці платформи пропонують різні моделі ціноутворення, важливо порівнювати їх за різними аспектами. Є декілька моментів для порівняння цін між GCP, AWS і Azure:

1) віртуальні машини:

- AWS EC2 вартість варіюється в залежності від типу інстанса, що обирається (наприклад, для обчислювальних, пам'ятних або балансованих навантажень), а також від регіону. AWS надає варіанти оплати на основі годинного чи споживаного використання (за хвилини або секунди);

- Google Compute Engine: Ціни на віртуальні машини в GCP, як правило, дещо нижчі, порівняно з AWS, якщо йдеться про типові інстанси. Google також пропонує знижки за сталий використання ресурсів (Sustained use discounts) - чим більше часу ви використовуєте інстанс, тим дешевше це коштує.

– Azure Virtual Machines ціни на віртуальні машини в Azure схожі на AWS, з багатьма варіантами розмірів інстансів і кількох моделей оплати. Azure також має варіанти оплати по годинах або за спожиті ресурси.

2) Обсяг зберігання даних:

– AWS S3 пропонує різні класи зберігання, включаючи стандартне, холодне та архівне зберігання. Ціни змінюються залежно від вибору класу зберігання та обсягу даних;

– Google Cloud Storage має подібну модель, але з більш агресивними знижками для великих обсягів даних. Google пропонує чітке диференціювання за типами зберігання, включаючи стандартне, холодне та архівне зберігання;

– Azure Blob Storage також пропонує кілька класів зберігання (горячий, холодний, архівний), з різними тарифами, залежно від частоти доступу до даних і регіону.

3) мережеві послуги:

– AWS пропонує безліч мережевих рішень, таких як Virtual Private Cloud (VPC), Load Balancer, VPN та Direct Connect. Ціни залежать від обсягу передачі даних і типу інтерфейсу, через який здійснюється з'єднання;

– Google Cloud пропонує аналогічні рішення, такі як VPC, Cloud Load Balancing, Cloud CDN та інші. Ціни за передачу даних в Google Cloud часто є більш конкурентоспроможними, особливо для великих обсягів трафіку;

– Azure пропонує мережеві рішення через Azure Virtual Network, Load Balancer, VPN Gateway і Azure ExpressRoute для з'єднання з локальними мережами. Мережеві послуги мають схожу структуру ціноутворення з AWS і GCP.

4) бази даних:

– AWS RDS пропонує широкий вибір реляційних баз даних через RDS, таких як MySQL, PostgreSQL, SQL Server, Oracle та інші. Ціни залежать від типу бази даних, обсягу зберігання та частоти запитів, у цілому ціни нижчі;

– Google Cloud SQL також пропонує управлінні бази даних, аналогічні RDS. Однак ціни часто нижчі, якщо мова йде про масштабованість і додаткові можливості;

– Azure SQL Database пропонує SQL Database, який є керованою версією SQL Server, що працює в хмарі. Ціни часто можуть бути конкурентоспроможними порівняно з AWS, з різними варіантами планів.

5) машинне навчання та AI:

– AWS AI/ML має великий набір послуг для машинного навчання, таких як SageMaker, Rekognition, Polly тощо. Ціни варіюються в залежності від того, чи використовуєте ви модель в реальному часі або виконуєте навчання на великих наборах даних;

– Google AI/ML GCP активно підтримує AI і машинне навчання через такі сервіси, як TensorFlow, AutoML та AI Hub. Завдяки тому, що Google є лідером у сфері машинного навчання, ціни на послуги можуть бути дещо нижчими, якщо ви використовуєте моделі, створені на основі Google AI;

– Azure AI/ML пропонує різні сервіси для роботи з машинним навчанням через Azure Machine Learning, Cognitive Services, а також інтеграцію з іншими інструментами, такими як Power BI.

Підсумовуючи порівняння цін між AWS, Google Cloud і Azure – таблиця 2.1, можна сказати, що AWS є одним з найбільш конкурентоспроможних і вигідних варіантів для багатьох користувачів завдяки своїй широкій пропозиції хмарних послуг. Вона надає найрізноманітніші інструменти, що дозволяють вирішувати різноманітні задачі - від управління віртуальними машинами до розробки рішень для великих даних і машинного навчання. AWS також вигідно відрізняється наявністю гнучких тарифних планів, що дозволяє суттєво знижувати витрати за рахунок довгострокових контрактів та економії на обсягах використаних ресурсів.

Величезна глобальна інфраструктура та надійність платформи дозволяють забезпечити високу доступність і мінімальну латентність, що є

важливим для великих компаній і критично важливих проектів. Крім того, AWS постійно впроваджує нові технології та інновації, зокрема в галузі машинного навчання та штучного інтелекту, що робить її привабливою для організацій, які шукають передові інструменти для розвитку своїх продуктів.

Таблиця 2.1 – Порівняння хмарних провайдерів

Критерії	AWS	GCP	Azure
Глобальне охоплення	Доступний у 31 регіоні та 99 зонах доступності, лідирує за глобальним покриттям.	38 регіонів, що швидко розширюються.	60+ регіонів, сильна глобальна присутність.
Параметри обчислення	Широкий вибір, включаючи екземпляри EC2, Lambda (безсерверні) та Elastic Beanstalk.	Віртуальні машини та Kubernetes, сильні в контейнерних робочих навантаженнях.	Комплексні обчислювальні можливості, такі як VM, AKS та App Service.
Рішення для зберігання	S3, EBS, Glacier та багато інших; дуже масштабовані та економічно ефективні	Хмарні сховища, постійні диски та архівні сховища.	Блок-сховище, дискове сховище та озеро даних.
Інструменти штучного інтелекту та машинного навчання	SageMaker та комплексні послуги зі штучного інтелекту; ідеально підходить для підприємств.	Vertex AI та тісна інтеграція з TensorFlow.	Машинне навчання та когнітивні сервіси Azure; універсальні.
Гібридна хмара	Outposts AWS та потужні гібридні	Обмежена кількість	Azure Arc та безшовна

	можливості.	гібридних рішень.	гібридна інтеграція.
--	-------------	-------------------	----------------------

Продовження таблиці 2.1

Критерії	AWS	GCP	Azure
Адаптація на ринку	Найбільша частка ринку; лідер серед МСП, підприємств та урядів.	Набирає обертів, але відстає у прийнятті.	Другий за часткою ринку, сильний серед підприємств.
Ціноутворення	Гнучкість та конкурентоспроможність з оплатою за фактом.	Зазвичай дешевше для конкретних випадків використання.	Порівнянна, зі значними знижками для підприємств.
Безпека	Комплексний, з більш ніж 90 сертифікатами відповідності.	Надійний захист, але менше сертифікатів відповідності.	Широкі можливості для забезпечення безпеки та відповідності вимогам.

У результаті, AWS залишається вибором номер один для тих, хто прагне до високої масштабованості, надійності та оптимізації витрат.

З ВИБІР МОДЕЛЕЙ ТА ІНСТРУМЕНТІВ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ МІГРАЦІЇ ДАНИХ З ФІЗИЧНИХ СЕРВЕРІВ ДО ОБРАНОЇ ХМАРНОЇ ПЛАТФОРМ

3.1 IaaS як основна модель хмарних обчислень

Інфраструктура як послуга - IaaS (Infrastructure as a Service) - є одним із ключових моделей хмарних обчислень, яка надає користувачам базову інфраструктуру, таку як сервери, сховища, мережі та операційні системи, у вигляді орендованого сервісу – рисунок 3.1. Ця модель дозволяє компаніям орендувати необхідні ІТ-ресурси, замість того щоб інвестувати у створення й утримання власної фізичної інфраструктури [9].

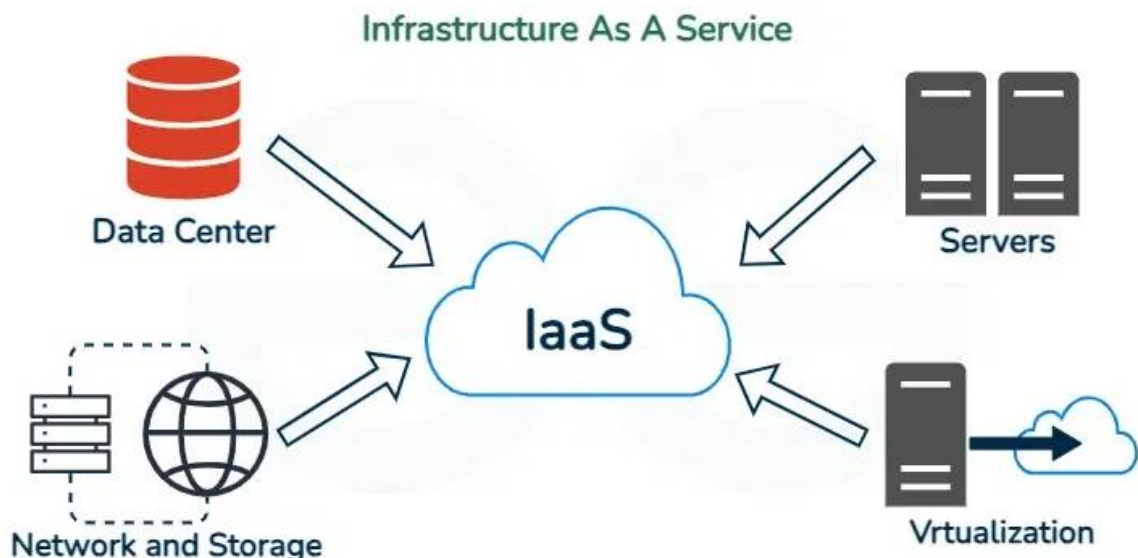


Рисунок 3.1 – Спрощена структура взаємодії IaaS

Основна ідея IaaS полягає в тому, що користувач отримує віртуальні ресурси через інтернет. Це дає можливість швидко створювати, налаштовувати й масштабувати інфраструктуру відповідно до бізнес-потреб. Наприклад, компанія, яка розробляє новий продукт, може створити

тимчасову інфраструктуру для тестування, а після завершення проекту зменшити або припинити використання ресурсів.

Однією з головних переваг IaaS є гнучкість. Користувачі можуть змінювати конфігурацію систем, збільшуючи або зменшуючи обсяги обчислювальної потужності чи місця для зберігання даних залежно від потреб. Це особливо корисно для компаній із нерівномірними навантаженнями, наприклад, у періоди пікової активності.

Економічний аспект також відіграє значну роль. Організації, які обирають IaaS, уникають значних капітальних витрат на придбання обладнання. Натомість вони оплачують тільки фактично використані ресурси, що знижує ризики фінансових втрат, пов'язаних із простоем обладнання або надмірними закупівлями.

Крім того, IaaS забезпечує масштабованість і глобальну доступність. Постачальники таких послуг, як Amazon Web Services, Microsoft Azure і Google Cloud, мають розподілену інфраструктуру по всьому світу. Це дозволяє користувачам розгорнути свої сервіси у різних регіонах, забезпечуючи низькі затримки доступу та високу продуктивність.

Безпека є ще однією важливою складовою IaaS. Постачальники хмарних послуг вкладають значні кошти в захист своєї інфраструктури, використовуючи передові методи шифрування, системи моніторингу та інструменти захисту від кібератак. При цьому відповідальність за налаштування безпеки всередині орендованого середовища покладається на користувача, що дає йому більший контроль над даними.

3.2 PaaS як основна модель хмарних обчислень

Платформа як послуга – PaaS (Platform as a Service) - є моделлю хмарних обчислень, яка надає середовище для розробки, тестування, розгортання та управління додатками – рисунок 3.2. Це проміжна ланка між

IaaS, що забезпечує базову інфраструктуру, та SaaS, де надається готове програмне забезпечення.

Головна ідея PaaS полягає в тому, щоб забезпечити розробників інструментами та сервісами для створення додатків, знімаючи з них відповідальність за управління серверною інфраструктурою, мережами та іншими технічними аспектами [10].

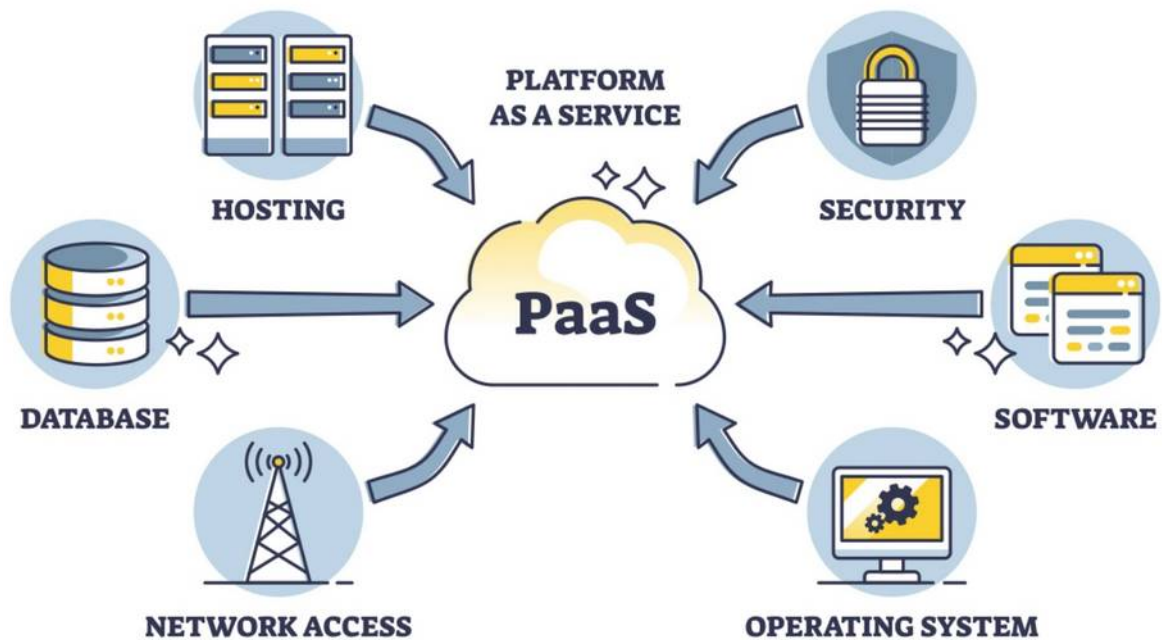


Рисунок 3.2 – Спрощена структура взаємодії PaaS

До основних складових PaaS належать:

- інфраструктура - PaaS включає апаратні та програмні ресурси, такі як сервери, сховища, мережеві послуги та операційні системи. Усе це управляється постачальником послуг, що звільняє користувача від необхідності адміністрування;

- середовище розробки - постачальник PaaS надає інструменти для розробки додатків, наприклад, фреймворки, бібліотеки та середовища виконання. Наприклад, Python, Java, .NET або Node.js можуть бути інтегровані в платформу;

- інструменти для тестування та розгортання - у PaaS є механізми для автоматизації тестування коду, а також сервіси для швидкого розгортання програм у хмарному середовищі;
- управління базами даних - багато платформ PaaS надають готові бази даних (SQL, NoSQL), які легко інтегруються з додатками;
- моніторинг та масштабування - платформа пропонує інструменти для моніторингу продуктивності додатків, автоматичного масштабування та управління навантаженням.

Популярні сервіси PaaS включають Microsoft Azure App Service, Google App Engine, AWS Elastic Beanstalk, Heroku і Red Hat OpenShift. Ці платформи пропонують широкий спектр можливостей для розробників, включаючи інтеграцію з іншими хмарними сервісами.

PaaS значно спрощує розробку додатків, оскільки усуває необхідність налаштування та підтримки інфраструктури. Розробники можуть зосередитися виключно на написанні коду, що прискорює випуск продуктів на ринок. Додаткова перевага полягає в тому, що платформи автоматично адаптуються до змінних навантажень, забезпечуючи безперебійну роботу додатків під час пікових активностей.

Масштабованість є важливою характеристикою PaaS. Платформи можуть динамічно змінювати обчислювальні ресурси залежно від потреб додатків, не вимагаючи втручання розробників. Також PaaS інтегрується з іншими сервісами, такими як машинне навчання, аналіз даних або засоби кібербезпеки, дозволяючи створювати інноваційні рішення.

Однак PaaS має і певні обмеження. Залежність від конкретного постачальника може стати проблемою, якщо платформа змінює свої умови або припиняє підтримку певних інструментів. Крім того, хоча платформа знімає багато технічних завдань, вона залишає менший контроль над інфраструктурою порівняно з IaaS.

PaaS використовується для розробки веб і мобільних додатків, тестування нового програмного забезпечення, створення API та

мікросервісів. Ця модель також підходить для команд, які працюють у різних локаціях, оскільки платформа забезпечує централізоване середовище для співпраці.

3.3 SaaS як основна модель хмарних обчислень

Програмне забезпечення як послуга – SaaS (Software as a Service) - є моделлю хмарних обчислень, яка надає користувачам готове програмне забезпечення через інтернет – рисунок 3.3. У цій моделі користувач отримує доступ до додатків без необхідності завантажувати, встановлювати або обслуговувати їх на своїх пристроях. Уся інфраструктура, включаючи сервери, зберігання даних і оновлення, управляється постачальником послуг [11].



Рисунок 3.3 - Спрощена структура взаємодії SaaS

Суть SaaS полягає в тому, що користувачам надається можливість працювати з додатками через веб-браузери або спеціальні клієнтські

програми. Це спрощує доступ до програмного забезпечення, адже воно доступне з будь-якого пристрою, підключеного до інтернету. Розробники SaaS-додатків забезпечують автоматичні оновлення, технічну підтримку та безперервну інтеграцію нових функцій, що знімає значне навантаження з кінцевих користувачів.

Однією з головних переваг SaaS є простота впровадження. Організації та приватні користувачі можуть почати використовувати програму майже миттєво після підписання договору або реєстрації. Це робить SaaS популярним вибором для компаній, які прагнуть швидко адаптуватися до змін без значних початкових інвестицій у розробку чи купівлю ліцензій.

Модель SaaS також пропонує гнучкість у ціноутворенні. Користувачі зазвичай сплачують за підписку щомісяця або щорічно, що дозволяє адаптувати витрати до бюджету організації. Багато сервісів пропонують різні рівні доступу або функціональності залежно від потреб клієнта, що робить SaaS доступним для малого, середнього та великого бізнесу.

Ще одним важливим аспектом SaaS є можливість співпраці. Багато SaaS-додатків, таких як Google Workspace або Microsoft 365, дозволяють користувачам одночасно працювати над документами, таблицями чи проектами в реальному часі, що підвищує ефективність командної роботи.

Безпека є критично важливим елементом SaaS. Постачальники таких послуг зазвичай використовують передові методи захисту даних, включаючи шифрування, багатофакторну аутентифікацію та регулярне резервне копіювання. Це дозволяє компаніям бути впевненими у захисті своїх даних без необхідності впроваджувати складні системи безпеки самостійно.

Попри численні переваги, SaaS має і певні обмеження. Одним із головних викликів є залежність від доступу до інтернету. Якщо користувач не має стабільного з'єднання, це може ускладнити доступ до сервісів. Іншим потенційним недоліком є обмежений контроль над програмою, оскільки всі оновлення й зміни впроваджуються постачальником, що не завжди відповідає потребам користувачів.

Сфера застосування SaaS дуже широка. Вона охоплює офісні додатки, такі як текстові процесори чи електронні таблиці, системи управління відносинами з клієнтами (CRM), наприклад Salesforce, платформи для управління проектами, сервіси для електронної комерції та навіть складні інструменти для аналітики даних чи дизайну.

Таким чином, моделі хмарних обчислень IaaS, PaaS і SaaS відрізняються за рівнем абстракції та наданими послугами – рисунок 3.4.

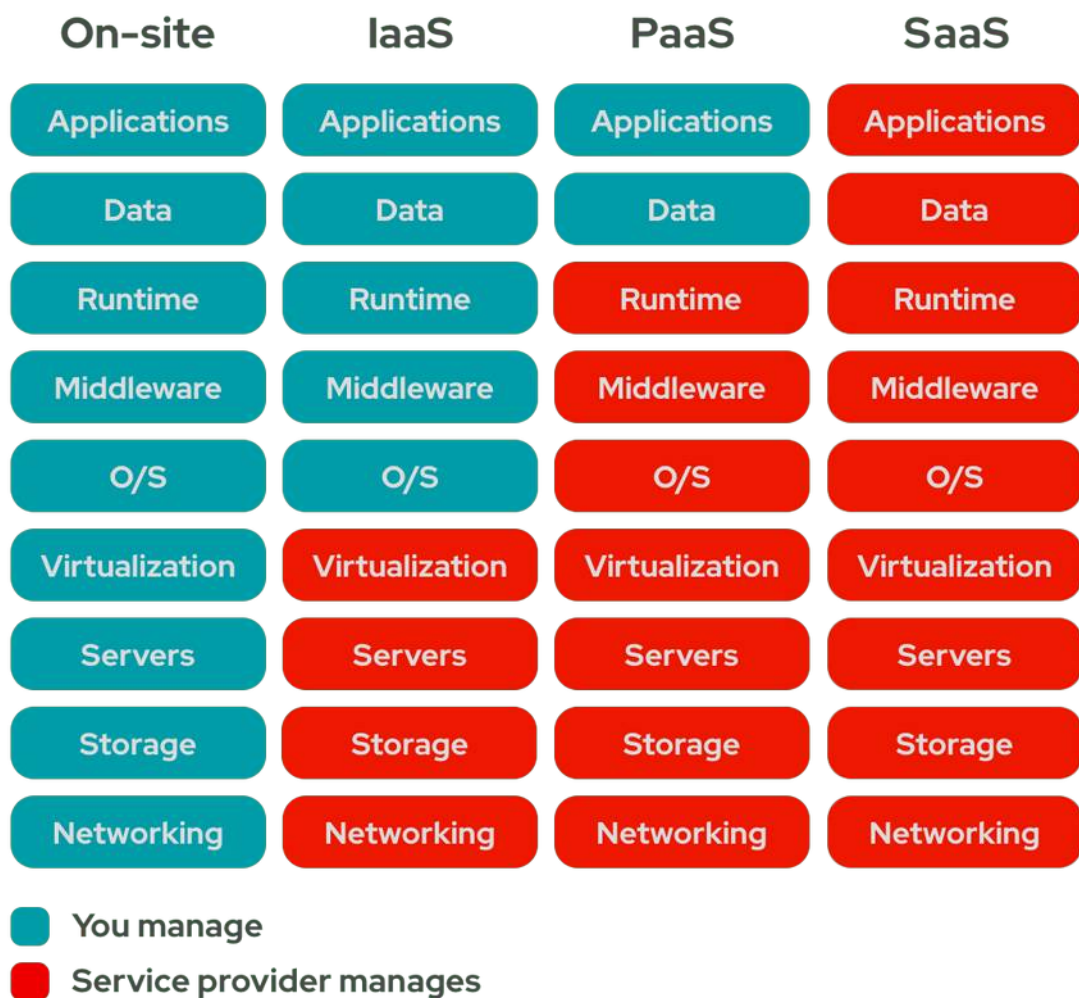


Рисунок 3.4 – Порівняння моделей, блакитним позначено над чим ви маєте доступ, а червоним – ні

3.4 Технологічні аспекти хмарної інфраструктури

SaaS (Software as a Service) забезпечує готове програмне забезпечення, яке надається через інтернет, звільняючи користувачів від необхідності налаштовувати або обслуговувати додатки. Це найпростіший і найбільш доступний спосіб для кінцевих користувачів отримати доступ до програм, таких як офісні додатки, CRM-системи чи платформи для спільної роботи.

IaaS (Infrastructure as a Service) пропонує базову інфраструктуру, таку як сервери, сховища та мережі, яка управляється постачальником, але залишається в підпорядкуванні користувача. Це дає максимальний контроль над ресурсами й дозволяє налаштовувати інфраструктуру за потребами бізнесу.

PaaS (Platform as a Service) надає середовище для розробки, тестування та розгортання додатків, знімаючи з користувачів необхідність управляти інфраструктурою та базовими програмними засобами. Це ідеальне рішення для розробників, які хочуть зосередитися на створенні програмного забезпечення без втручання в технічні деталі.

Вибір між цими моделями залежить від потреб бізнесу (рис. 3.5): IaaS підходить для тих, хто потребує повного контролю над інфраструктурою, PaaS – для розробників, а SaaS – для користувачів, яким потрібні готові рішення без технічних зусиль. Табличне представлення показано на таблиці 2.1.

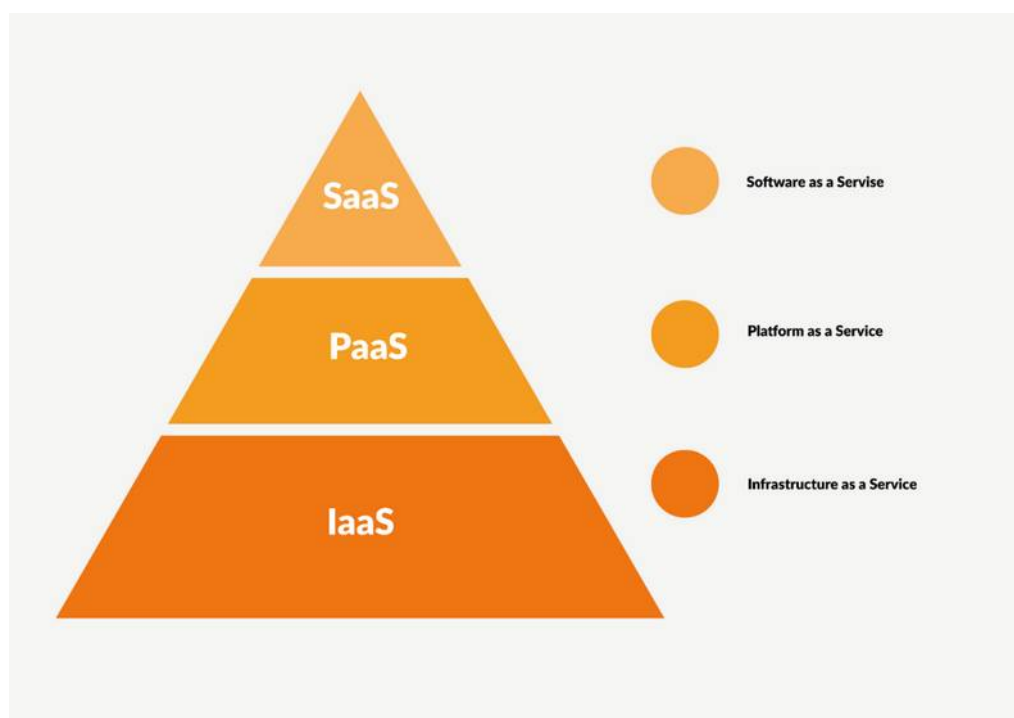


Рисунок 3.5 – Спрощена піраміда моделей

Таблиця 2.1 – Порівняння моделей хмарних послуг

Модель послуги	Опис	Приклади сервісів AWS	Приклади сервісів Azure	Приклади сервісів Google Cloud
SaaS	Software as a Service: Готові до використання додатки, які надаються через інтернет.	Amazon WorkDocs, Amazon Chime	Microsoft 365, Dynamics 365	Google Workspace, Google Meet
PaaS	Platform as a Service: Платформи для розробки, тестування та розгортання додатків.	AWS Elastic Beanstalk, Amazon RDS	Azure App Service, Azure Functions	Google App Engine, Google Cloud Functions
IaaS	Infrastructure as a Service: Віртуалізовані ресурси, такі як обчислювальна потужність і сховища.	Amazon EC2, Amazon S3	Azure Virtual Machines, Azure Blob Storage	Google Compute Engine, Google Cloud Storage

Для нашого проекту найбільш доцільним є вибір саме PaaS моделі хмарної послуги через її помірну складність та гнучкість у виборі обладнання, змоги простого масштабування та можливість роботи без застосування знань щодо розгортки та віртуалізації серверів.

3.5 Вибір моделі керування базою даних

SQL і NoSQL - дві популярні моделі баз даних, які використовують для вирішення різних завдань.

SQL (Structured Query Language) - це мова структурованих запитів, що використовується для управління та маніпулювання реляційними базами даних. SQL-бази даних застосовуються там, де необхідно зберігати та керувати даними структурованої природи, наприклад, інформацією про продукти, покупців та оформлені замовлення в магазині.

NoSQL (Not Only SQL) - це широкий термін, який відноситься до нереляційних моделей баз даних – рисунок 3.6, які використовують різні структури для зберігання даних: документи, ключ-значення, стовпцеві та графові БД. NoSQL бази даних застосовуються, коли необхідно зберігати дані неструктурованої природи, наприклад, великі обсяги текстових даних, зображення та відео.

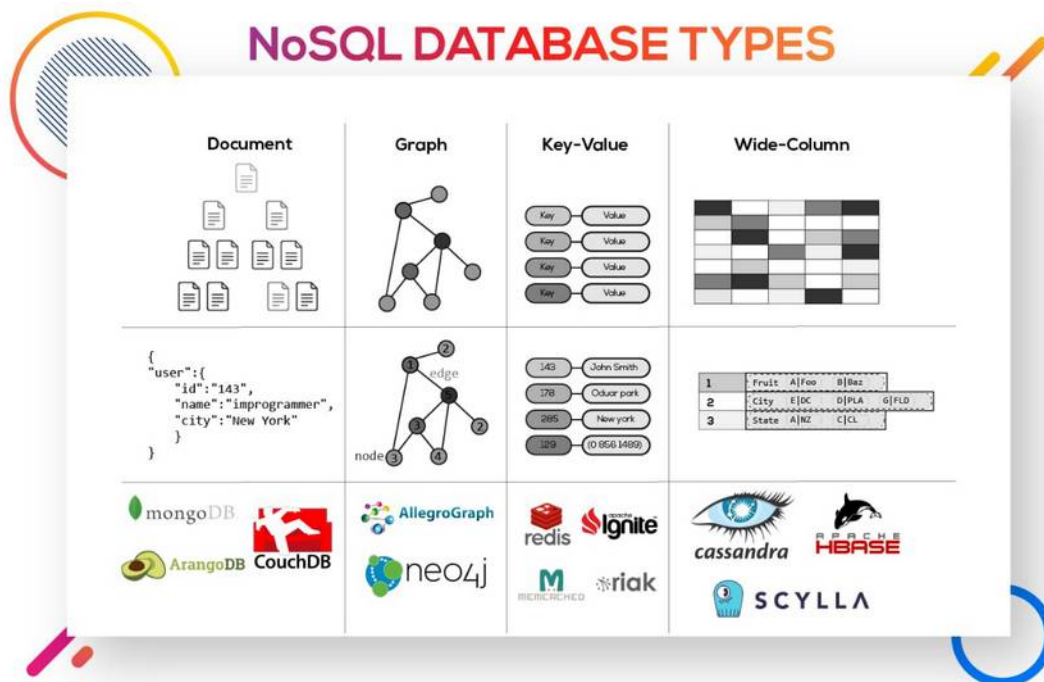


Рисунок 3.6 – NoSQL типи баз даних

Стосовно продуктивності, то SQL бази даних зазвичай мають високу продуктивність при роботі з сильно структурованими даними і великими обсягами інформації, оскільки вони можуть використовувати оптимізовані індекси і швидкі алгоритми сортування/фільтрації даних. Однак при роботі з неструктурованими даними, продуктивність SQL баз може знижуватись.

NoSQL бази даних зазвичай можуть обробляти великий обсяг неструктурованих даних з високою продуктивністю, так як вони не мають строгих правил структурування.

Індексування є важливим способом збільшення продуктивності баз даних під час обробки запитів. У SQL- та NoSQL-моделях застосовуються різні методи індексування даних, які забезпечують швидкий доступ до даних під час виконання запитів.

У базах SQL використовується B-Tree індекс, який є структурою дерева, де кожен вузол має набір ключів, відсортованих у порядку зростання або спадання. Цей тип індексу дозволяє швидко виконувати запити SELECT, JOIN, WHERE та ORDER BY, а також забезпечує швидкий доступ до даних під час операцій вставки, оновлення та видалення даних. Також у SQL-базах даних застосовуються індекси на кількох шпальтах, які дозволяють оптимізувати виконання запитів, які використовують декілька стовпців.

У NoSQL базах даних використовуються різні типи індексів, залежно від конкретної моделі. У MongoDB, яка відноситься до документоорієнтованих баз даних, застосовується індексування на основі ключів, яке дозволяє здійснювати швидкий пошук за значеннями в полях документів. У базах даних ключ-значення, таких як Redis, необхідно вказувати явно, які ключі мають бути проіндексовані. Цей тип індексування дозволяє швидко отримувати значення ключів, але не дозволяє виконувати складні запити, обмежуючись тільки пошуком ключів. У графових базах даних, як-от Neo4j, використовуються графові індекси, які забезпечують швидкий доступ до зв'язків між вузлами графа.

Загалом SQL-бази даних мають більш розвинене індексування, ніж NoSQL-бази, що забезпечує більш високу продуктивність при виконанні складних запитів, але може знижувати швидкість роботи при виконанні простих запитів. У NoSQL базах даних індексування залежить від конкретної

моделі і вимагає більш детального планування та налаштування для забезпечення необхідної продуктивності.

Надійність і стійкість баз даних - один із найважливіших аспектів при їх розробці та експлуатації. Бази даних можуть зіткнутися з різними проблемами, такими як збої та відмови, тому необхідно мати стабільну та надійну систему, яка дозволить швидко відновити роботу у разі виникнення несправностей.

SQL- та NoSQL-бази даних мають різні механізми для забезпечення надійності та стійкості, але їх методи залежать від конкретного рішення та його вимог до надійності та безпеки.

У базах SQL використовується транзакційна модель, яка дозволяє зберігати цілісність даних і забезпечувати ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) властивості для відмовостійкості та надійності бази даних. Також SQL-бази даних можуть використовувати процеси резервного копіювання та відновлення для забезпечення збереження даних та мінімізації втрат у разі збою.

У NoSQL-базах даних, які рідко використовують транзакційні моделі, зазвичай застосовується розподілена архітектура, щоб підвищити надійність та стійкість до відмов. Кластеризація та реплікація даних допомагають мінімізувати ймовірність втрати даних та забезпечити їх доступність у разі відмови ноди чи вузла.

Якщо порівнювати, то SQL-баз даних має ряд переваг у порівнянні з NoSQL. Наприклад, у SQL можна легко встановити обмеження доступу до даних для різних користувачів, а також застосовувати різні автентифікаційні механізми для забезпечення безпеки даних. При цьому SQL бази даних мають кращу підтримку транзакційності, що дозволяє автоматично відкочувати зміни при виявленні проблемних транзакцій і, таким чином, нівелювати можливі проблеми безпеки.

З іншого боку, у NoSQL-баз даних є деякі переваги у сфері безпеки. Наприклад, MongoDB і Couchbase використовують документоорієнтовану

модель, що робить їх більш непроникними для атак з використанням SQL-ін'єкцій. У NoSQL базах даних також застосовуються методи шифрування даних, що забезпечує більш високий рівень безпеки. Однак у NoSQL базах даних розробники повинні самостійно реалізовувати механізми безпеки, що може призвести до можливих проблем, якщо розробник недостатньо досвідчений або уважний при розробці.

У цілому, вибір SQL бази даних є більш доцільнішим і універсальним вибором для широкого кола завдань. Завдяки своїй простоті у налаштуванні, безпеці та здібності до масштабування – буде у нагоді розробнику будь-якого калібру.

3.6 Вибір системи керування базами даних

На даний момент є чимало різних систем керування базами даних (СКБД). AWS підтримує більшість з них. Тому вибір СКБД буде серед системи – рисунок 3.7, яка має найактивнішу спільноту, використовується у багатьох додатках по всьому світу та як плюс – мати open-source ліцензію. Таблиця 3.2 для порівняння представлена нижче.

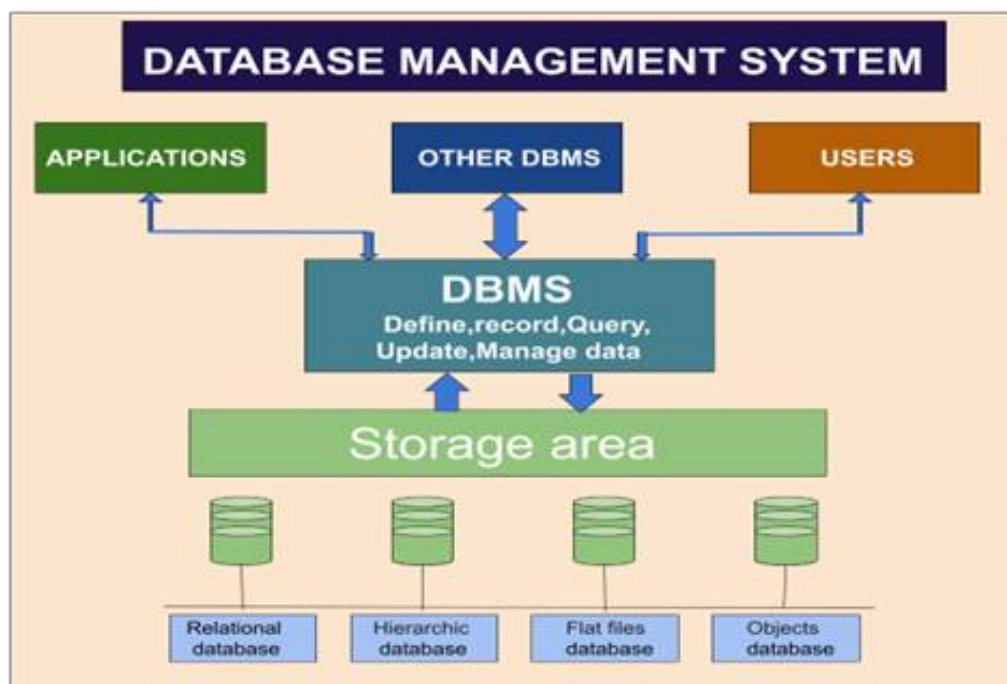


Рисунок 3.7 – Спрощене схематичне представлення СКБД

Таблиця 3.2 – Порівняння СКБД

СКБД	Тип	Ліцензія	Продуктивність	Масштабованість	Особливості	Сфера застосування
MySQL	Реляційна	Open Source (GPL)	Висока для простих задач	Обмежена вертикальна	Легкість, популярність, підтримка багатьох мов	Веб-додатки, CMS, блоги
PostgreSQL	Об'єктно-реляційна	Open Source (PostgreSQL)	Висока для складних задач	Висока, підтримка реплікації	Підтримка JSON, складних типів, розширюваність	Корпоративні додатки, аналітика
Microsoft SQL Server	Реляційна	Комерційна (MS)	Висока	Висока	Інтеграція з екосистемою Microsoft, потужні BI-інструменти	Бізнес-аналітика, ERP, CRM
Oracle Database	Реляційна	Комерційна	Дуже висока	Висока, кластеризація	Підтримка великих обсягів даних, високий рівень безпеки	Великі корпорації, банки
SQLite	Вбудована реляційна	Public Domain	Середня	Немає	Легка вага, не потребує сервера	Мобільні додатки, IoT, браузер
MariaDB	Реляційна	Open Source (GPL)	Висока	Обмежена вертикальна	Форк MySQL з покращеною продуктивністю	Веб-додатки, альтернатива MySQL
Amazon Aurora	Реляційна	Комерційна	Дуже висока	Дуже висока	Сумісність з MySQL і	Хмарні додатки,

	(хмарна)	(AWS)			PostgreSQL, хмарне масштабуван ня	SaaS
--	----------	-------	--	--	--	------

Продовження таблиці 3.2

СКБД	Тип	Ліцензія	Продуктивність	Масштабованість	Особливості	Сфера застосування
IBM Db2	Реляційна	Комерційна	Висока	Висока	Оптимізована для великих обсягів даних, інтеграція з корпоративними системами	Банки, корпоративні додатки
CockroachDB	Розподілена реляційна	Open Source	Висока	Дуже висока	Стійкість до збоїв, горизонтальне масштабування	Розподілені системи, сучасні додатки
Snowflake	Хмарна реляційна	Комерційна	Дуже висока	Дуже висока	Орієнтована на аналітику великих даних	Аналітичні платформи, великі дані
Google BigQuery	Хмарна реляційна	Комерційна	Дуже висока	Дуже висока	Інтеграція з Google Cloud, аналітика даних у реальному часі	Великі дані, машинне навчання
Firebird	Реляційна	Open Source (IDPL)	Середня	Обмежена вертикальна	Легка вага, проста конфігурація	Легкі додатки, малі бізнеси
SAP	Реляційна	Комер	Дуже	Висока	Аналітика в	Аналіти

HANA	на в пам'яті	ційна	висока		реальному часі, підтримка великих баз	чні системи, ERP
------	-----------------	-------	--------	--	--	------------------------

З цього порівняння можемо зробити висновки, що PostgreSQL має в собі найкращих спектр потрібних функцій, має відкриту ліцензію та велику активну спільноту користувачів та розробників.

Для того, щоб мати доступ до СКБД – потрібна адміністраторська утиліта для керування базою даних. Найкращим вибором буде використовувати утиліту від розробників самої бази даних PostgreSQL, а саме pgAdmin – що являє собою також безкоштовний потужний інструмент для керування бази даних будь-яких розмірів.

4 МІГРАЦІЯ ДАНИХ ДО ХМАРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ

Для розгляду міграції даних необхідно зробити декілька важливих кроків – рисунок 4.1, щоб отримати доступ працювати з базами даних не тільки на локальному сервері localhost, а через тунелювання зв'язку через нашу ір адресу, яка буде мати стійкий зв'язок з інстансом, або ж, середовищем AWS.

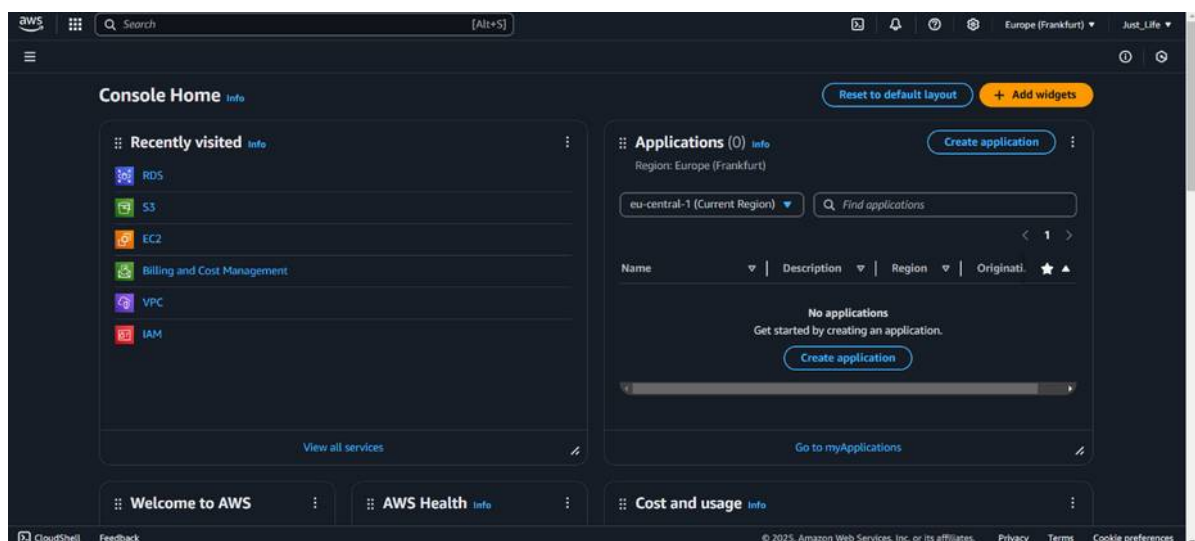


Рисунок 4.1 – Головна консоль управлінням AWS

Переходячи до вкладки RDS (Relational Database Service) – рисунок 4.2,4.3, ми маємо можливість створити середовище на хмарному сервісі, яке буде виконувати роль обчислювального ядра, сам імпорт і зберігання даних буде знаходитися у іншому середовищі консолі AWS.

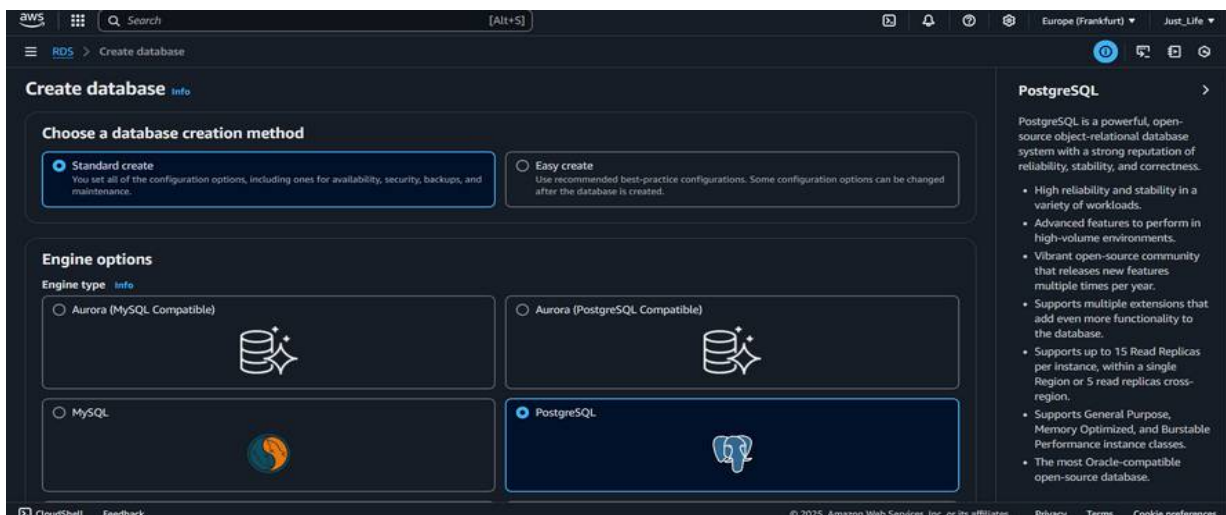


Рисунок 4.2 – Середовище підготовки створення ядра бази даних

Після створення екземпляру бази даних PostgreSQL ми маємо можливість налаштувати AWS RDS instance – рисунок 4.4.

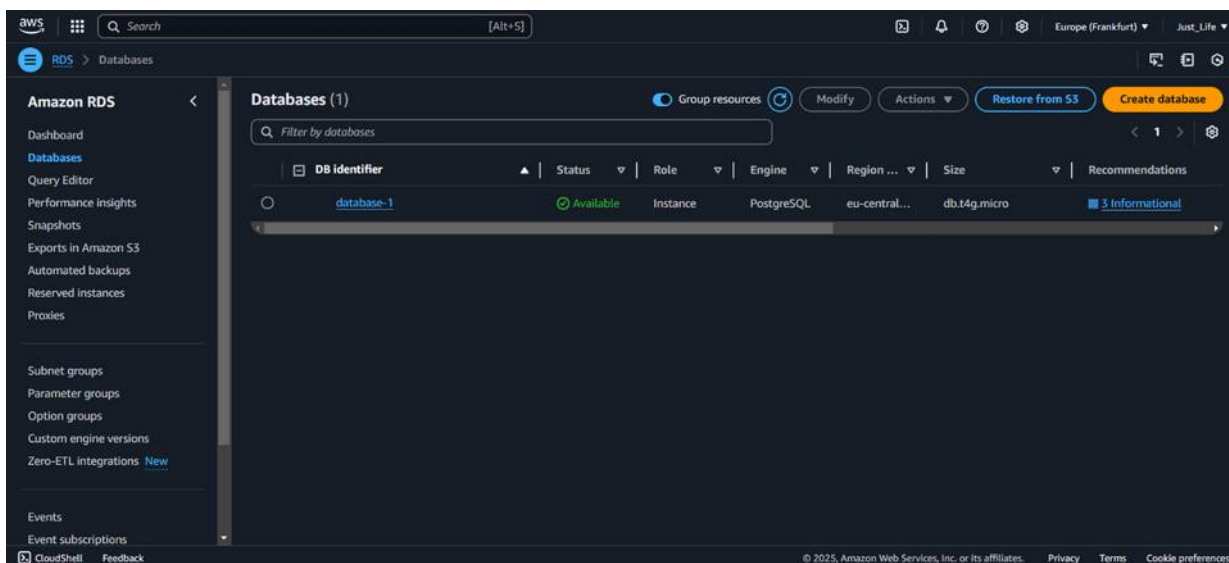


Рисунок 4.3 – Екземпляр бази даних RDS

При створенні екземпляру бази даних – нам буде надана можливість обрати безкоштовно лише 1 точку, на якій буде знаходитися наш веб-сервер, у нашому випадку нехай це буде eu-central-1 (Frankfurt). Саме туди будуть приходити наші запити до бази даних, якщо мати велику компанію, яка хоче отримувати багато запитів до бази даних – має сенс придбати і інші розміщення комірки для доступу до веб-серверу заради покращення швидкодії роботи програмних застосунків.

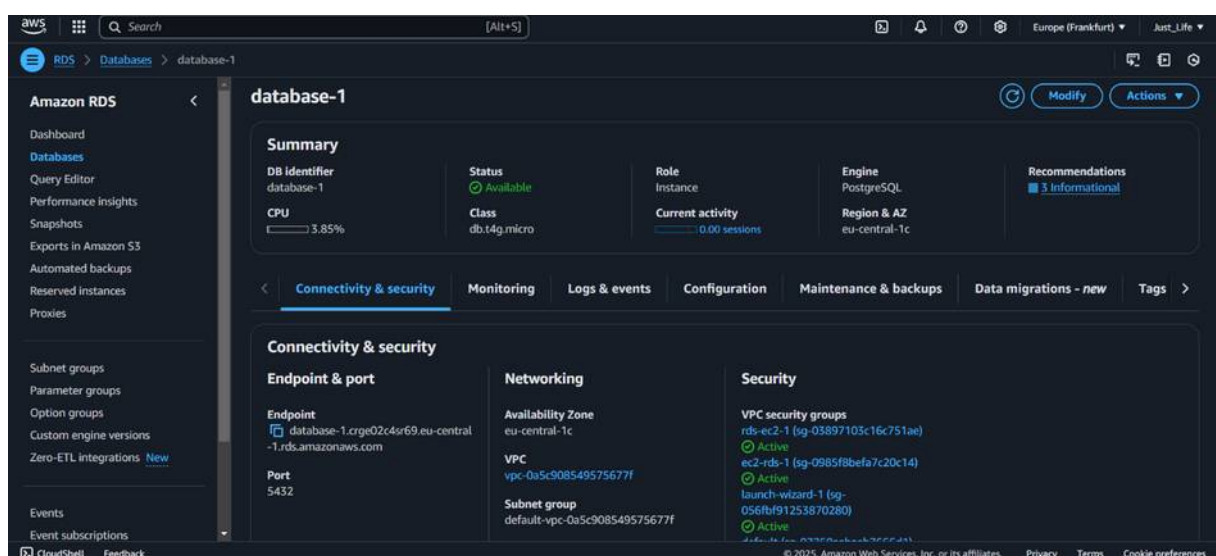


Рисунок 4.4 – Меню налаштування екземпляру RDS

Щоб отримати змогу підключатися зі свого робочого місця до щойно створеного середовища бази даних – потрібно налаштувати середовище, дозволивши йому приймати запити від нашої локальної адреси – рисунок 4.5.

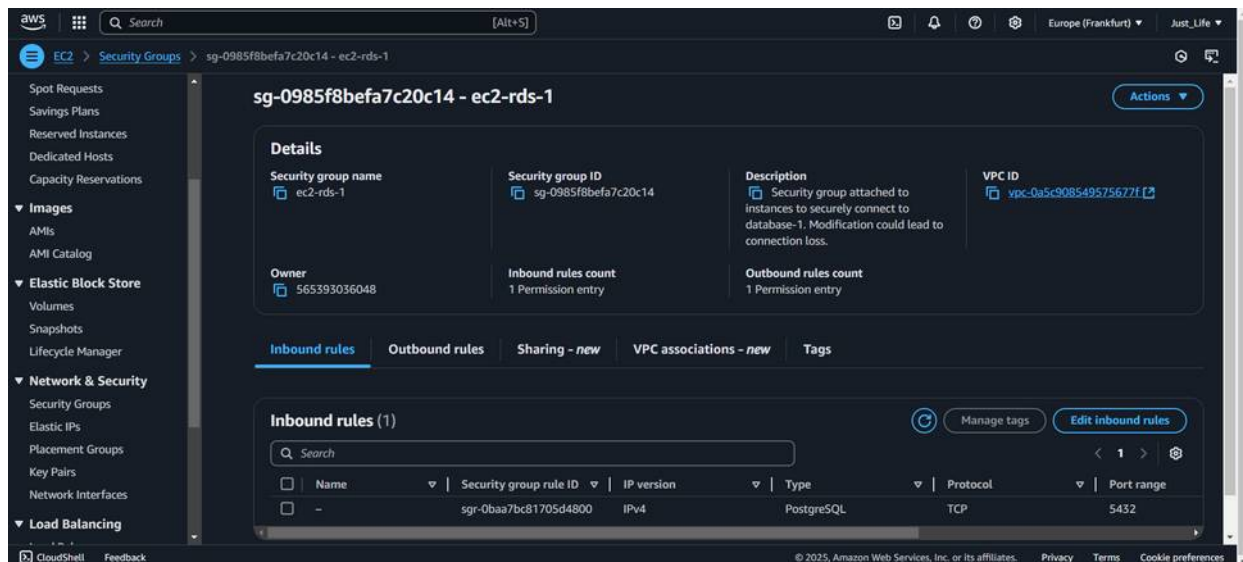


Рисунок 4.5 – Меню налаштування Security Group

Зайшовши до меню налаштувань груп – нам потрібно створити правило, при якому наш інстанс (vpc-0a5c908549575677f) отримає можливість завдяки Inbound rule (вхідне правило) – приймати на порт 5432, якщо це буде велика база даних з багатьма запитами, то можна встановити ще порт 5433.

Окрім порту потрібно обов’язково обрати TCP протокол, тому що за замовчуванням встановлено UDP, через який ми не зможемо отримувати відповіді від бази даних у хмарі.

IP адреса повинна бути “білою”, у разі не стійкої адреси – потрібно буде змінювати вхідне правило в налаштуваннях RDS – у моєму випадку адреса - 87.166.157.37.

Завдяки цим діям ми можемо підключитися до WEB сервера AWS RDS, який робить на Linux, та розповсюджується для нас форматом PaaS, тобто ми маємо тільки доступ до високорівневої оболонки серверу, не маючи змогу контролювати обладнання як при використанні формату IaaS.

Маючи створений і налаштований під потрібні нам адреси та способи підключення до середовища AWS – час створити і налаштувати місце зберігання дампу нашої бази даних – рисунок 4.6.

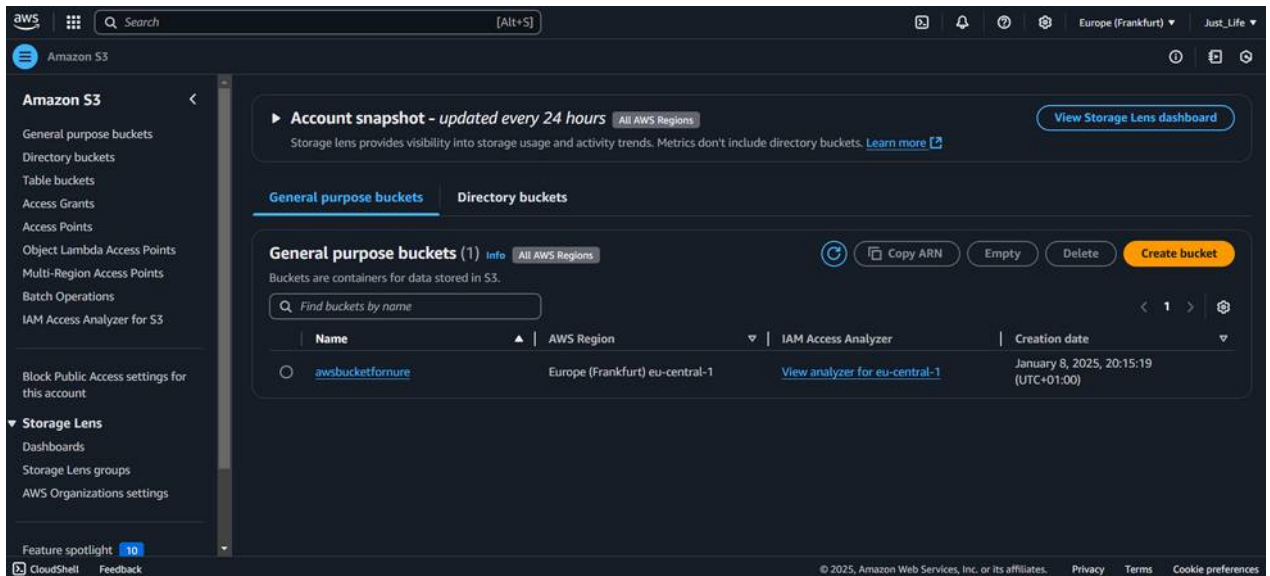


Рисунок 4.6 – Меню налаштування Amazon S3

Налаштування у середовищі зберігання (Bucket) дуже прості – рисунок 4.7, за замовчуванням застосовуються налаштування безпеки:

Server-side encryption is automatically applied to new objects stored in this bucket. Server-side encryption with Amazon S3 managed keys (SSE-S3).

Опція Reducing the cost of SSE-KMS with Amazon S3 Bucket Keys допомагає зменшити витрати на шифрування даних у Amazon S3 за допомогою AWS Key Management Service (KMS).

SSE-KMS (Server-Side Encryption with AWS KMS Keys) — це механізм шифрування даних у S3, де кожен об'єкт зашифровано ключем, який зберігається та керується в AWS Key Management Service (KMS). Однак, для кожної операції читання або запису даних потрібно звертатися до KMS для отримання криптографічного ключа, що може призводити до додаткових витрат, саме тому:

- при першому записі даних в бакет S3 звертається до AWS KMS для отримання ключа;
- amazon S3 зберігає Bucket Key у своїй пам'яті для повторного використання з іншими об'єктами в тому ж бакеті.

Подальші запити на запис або читання об'єктів в цьому бакеті не вимагають звернення до KMS, що знижує витрати.

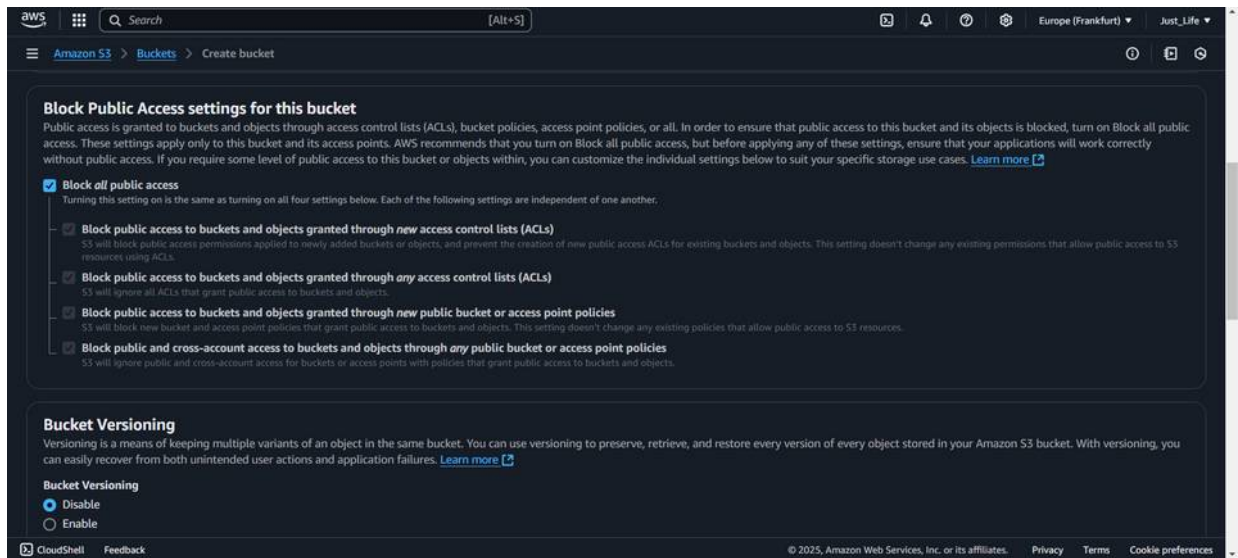
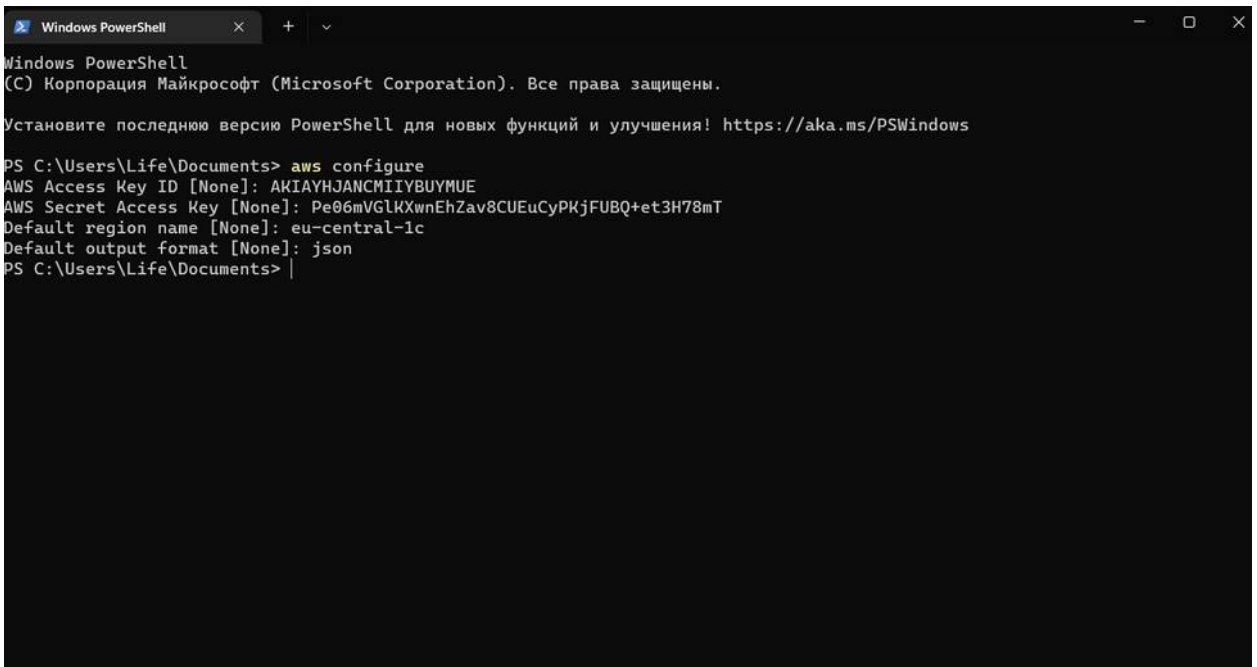


Рисунок 4.7 – Налаштування безпеки у Bucket

Дані налаштування будуть блокувати усі запити до нашого сховища, окрім нашої IPv4 адреси, що буде доцільно при боротьбі з DOS та DDoS атаками, які є дуже частими кібератаками у сучасному світі.

Створивши середовище для управління базою даних, та комірку, яка буде у собі зберігати наші дані – ми нарешті можемо завантажити наш дамп бази даних, у нашому випадку це дамп бази даних, взятий у відкритому доступі на сайті розробників IMDb (Internet Movie Database) - найбільша база даних та вебсайт про кінематограф. За обмеженістю доступних ресурсів було обрано дамп на 1.24 Гб.

Перш ніж його завантажити у нашу хмарну комірку – потрібно для початку встановити PostgreSQL, а потім розширення від амазон до командного рядку – AWSCLIV, після цього можемо перейти до конфігурації – рисунок 4.8.



```

Windows PowerShell
(C) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

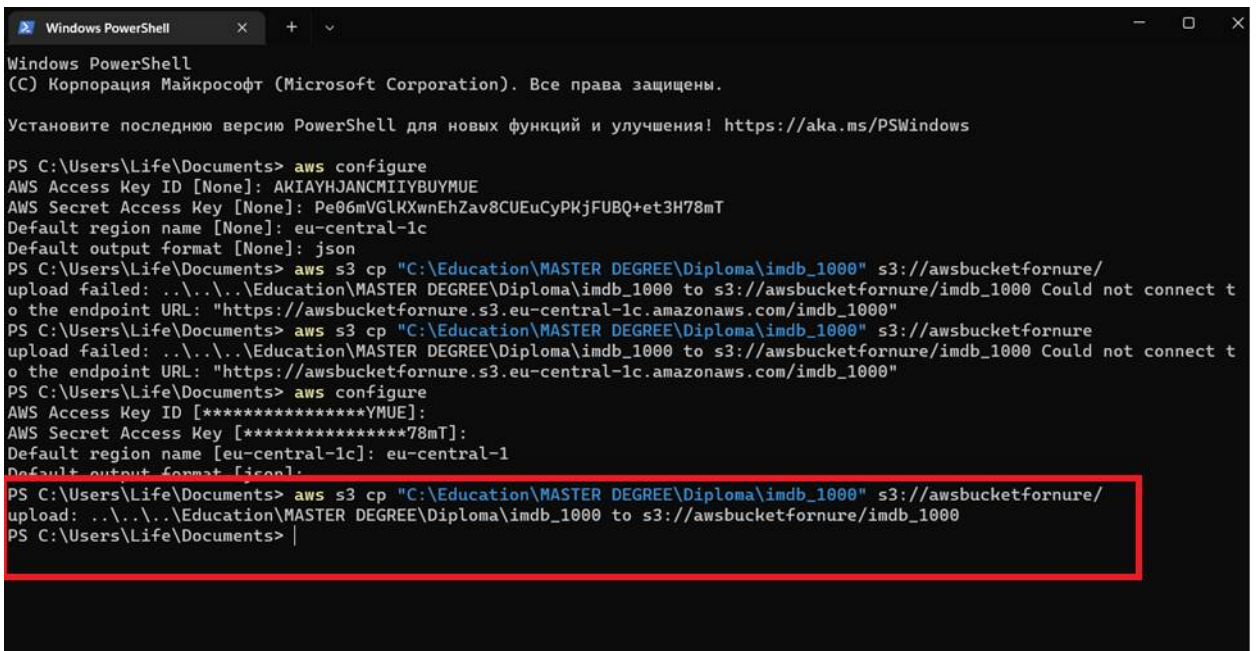
Установите последнюю версию PowerShell для новых функций и улучшения! https://aka.ms/PSWindows

PS C:\Users\Life\Documents> aws configure
AWS Access Key ID [None]: AKIAYHJANCMIIYBUYMUE
AWS Secret Access Key [None]: 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
Default region name [None]: eu-central-1
Default output format [None]: json
PS C:\Users\Life\Documents> |

```

Рисунок 4.8 – Налаштування AWS у командному рядку

Після авторизації у командному рядку за допомогою даних, які у нас є в AWS RDS – ми можемо перейти до завантаження дампу бази даних до хмари – рисунок 4.9.



```

Windows PowerShell
(C) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

Установите последнюю версию PowerShell для новых функций и улучшения! https://aka.ms/PSWindows

PS C:\Users\Life\Documents> aws configure
AWS Access Key ID [None]: AKIAYHJANCMIIYBUYMUE
AWS Secret Access Key [None]: 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
Default region name [None]: eu-central-1
Default output format [None]: json
PS C:\Users\Life\Documents> aws s3 cp "C:\Education\MASTER DEGREE\Diploma\imdb_1000" s3://awsbucketfornure/
upload failed: ..\..\Education\MASTER DEGREE\Diploma\imdb_1000 to s3://awsbucketfornure/imdb_1000 Could not connect t
o the endpoint URL: "https://awsbucketfornure.s3.eu-central-1c.amazonaws.com/imdb_1000"
PS C:\Users\Life\Documents> aws s3 cp "C:\Education\MASTER DEGREE\Diploma\imdb_1000" s3://awsbucketfornure
upload failed: ..\..\Education\MASTER DEGREE\Diploma\imdb_1000 to s3://awsbucketfornure/imdb_1000 Could not connect t
o the endpoint URL: "https://awsbucketfornure.s3.eu-central-1c.amazonaws.com/imdb_1000"
PS C:\Users\Life\Documents> aws configure
AWS Access Key ID [*****YMUE]:
AWS Secret Access Key [*****78mT]:
Default region name [eu-central-1c]: eu-central-1
Default output format [json]:
PS C:\Users\Life\Documents> aws s3 cp "C:\Education\MASTER DEGREE\Diploma\imdb_1000" s3://awsbucketfornure/
upload: ..\..\Education\MASTER DEGREE\Diploma\imdb_1000 to s3://awsbucketfornure/imdb_1000
PS C:\Users\Life\Documents> |

```

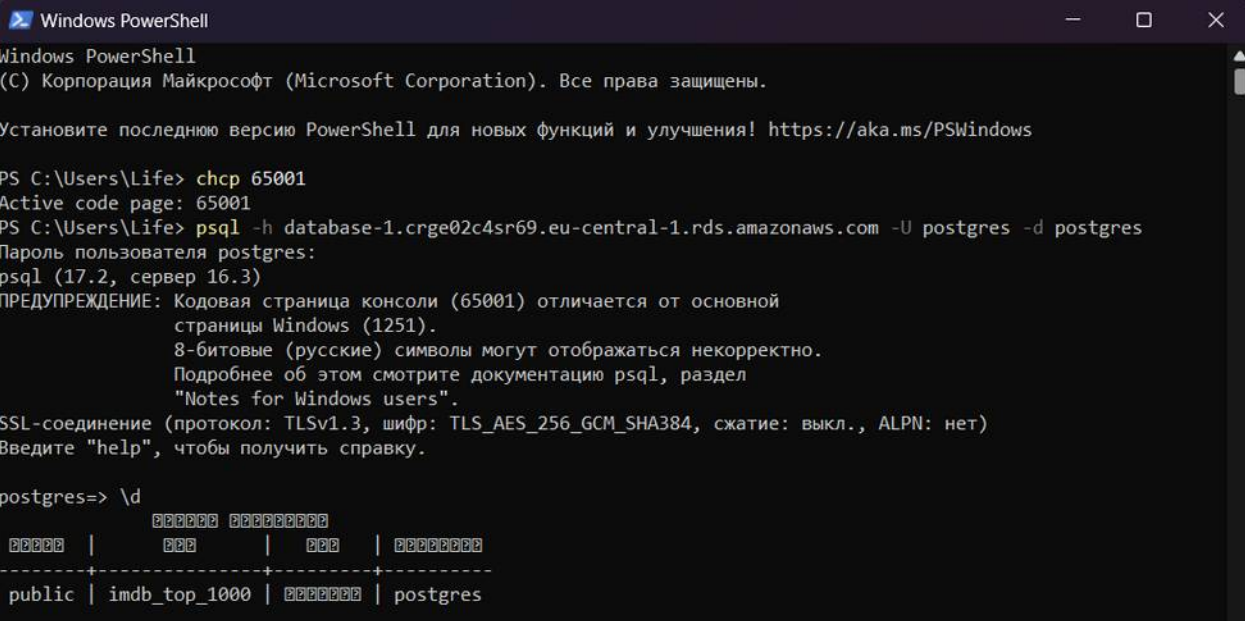
Рисунок 4.9 – Завантаження дампу бази даних до комірки у хмарне середовище

Тепер бази даних зберігається у хмарі, після цього є потреба отримати можливість доступу до самих даних, які дамپ бази даних у собі зберігає. Для цього скористаємося командою для відновлення даних – лістинг 4.1.

Лістинг 4.1 – Відновлення даних з дампу БД

```
pg_restore -U postgres -h database-1.crge02c4sr69.eu-central-1.rds.amazonaws.com -d postgres -v imdb_top_1000
```

Після цього ми можемо спробувати звернутися до бази даних та отримати інформацію про те, які дані зберігаються у хмарній комірці – рисунок 4.10.



```
Windows PowerShell
(C) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

Установите последнюю версию PowerShell для новых функций и улучшения! https://aka.ms/PSWindows

PS C:\Users\Life> chcp 65001
Active code page: 65001
PS C:\Users\Life> psql -h database-1.crge02c4sr69.eu-central-1.rds.amazonaws.com -U postgres -d postgres
Пароль пользователя postgres:
psql (17.2, сервер 16.3)
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Кодовая страница консоли (65001) отличается от основной
страницы Windows (1251).
8-битовые (русские) символы могут отображаться некорректно.
Подробнее об этом смотрите документацию psql, раздел
"Notes for Windows users".
SSL-соединение (протокол: TLSv1.3, шифр: TLS_AES_256_GCM_SHA384, сжатие: выкл., ALPN: нет)
Введите "help", чтобы получить справку.

postgres=> \d
          65001 6500165001
 65001 | 65001 | 65001 | 6500165001
-----+-----+-----+-----
public | imdb_top_1000 | 6500165001 | postgres
```

Рисунок 4.10 – Отримання даних з хмарного серверу

Як ми можемо бачити наша база даних завантажена і має відновлений дамп даних postgresql. Нажаль у командному рядку є проблема з кодуванням символів, тому має сенс додати сервер у іншому застосунку для адміністрування бази даних. Для postgresql, напевно, найзручнішим є

офіційний додаток – pgAdmin. Після додавання нашого веб серверу з ендпоінту, даний нам AWS – ми можемо бачити нашу базу даних то одразу зробити типовий складний запит, який сервіс може отримувати кожну секунду, лістинг 4.2. Результатом обробки запиту можемо бачити на рисунку 4.11.

Лістинг 4.2 – Запит до бази даних у хмарі

```
-- Знайти 5 найкращих фільмів жанру "Drama", випущених після
2000 року
SELECT
    series_title AS film_title,
    genre AS genres,
    released_year AS release_year,
    imdb_rating AS average_rating,
    no_of_votes AS total_votes
FROM
    imdb_top_1000
WHERE
    genre LIKE '%Drama%' -- Обираємо фільми, які мають жанр
"Drama"
    AND released_year ~ '^\d+$' -- Враховуємо лише числові
значення у released_year
    AND released_year::int > 2000 -- Фільтруємо фільми, випущені
після 2000 року
    AND imdb_rating > 7.0 -- Фільтруємо тільки високооцінені
фільми
ORDER BY
    imdb_rating DESC, -- Сортуємо за рейтингом (від найвищого)
    no_of_votes DESC -- При однаковому рейтингу сортуємо за
кількістю голосів
LIMIT 5; -- Показуємо лише топ-5 результатів
```

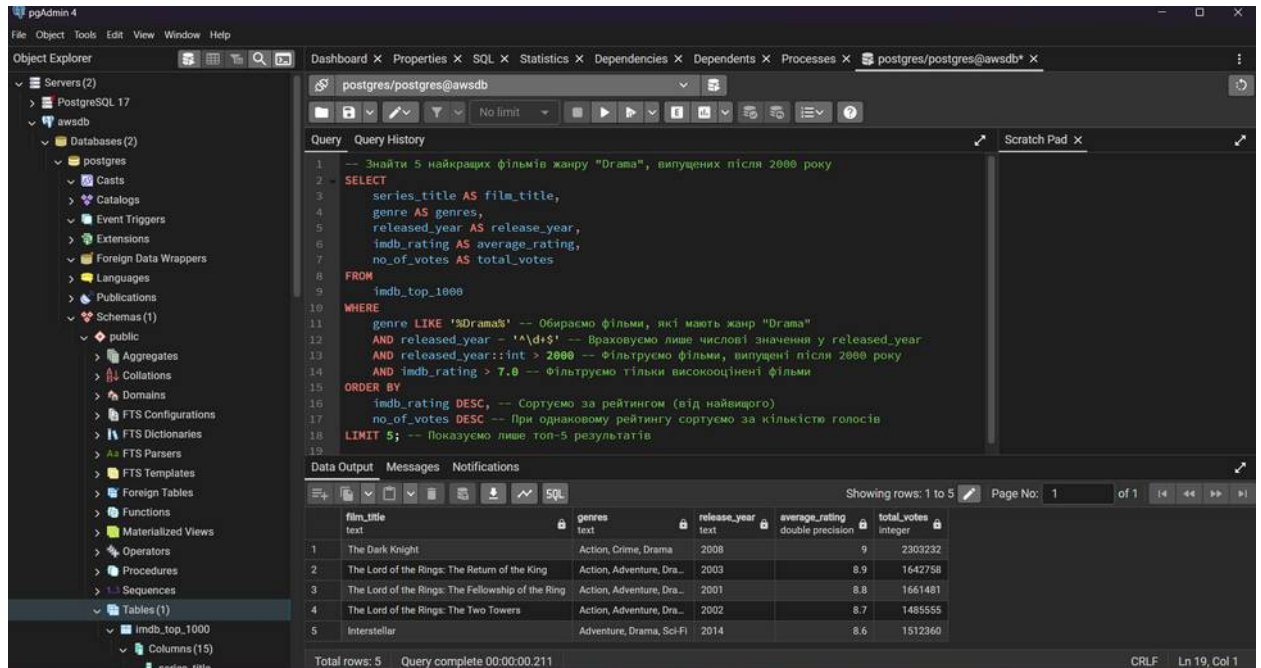


Рисунок 4.11 – Результат запити до бази даних

Тепер, маючи працюючу базу даних, її можна інтегрувати у будь-які додатки за допомогою усього декількох даних, які потрібно буде встановити у налаштуваннях потрібного нам додатку:

- хост: `database-1.crge02c4sr69.eu-central-1.rds.amazonaws.com`;
- порт: `5432`;
- користувач: `postgres`;
- пароль: встановлений до цього.

В рамках роботи на розгортку та опрацювання з платформою, яка має в собі 64 швидко доступних гігабайти та двоядрового процесору – за місяць користування базою даних було витрачено \$1.68, що в свою чергу має одну з найконкурентніших цін на ринку PaaS сервісів.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було здійснено аналіз міграції даних з локальних фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ та доцільності застосування міграції як у індивідуальних проектах, так і для малого, середнього та великого бізнесу

Дослідження включало аналіз ринку хмарних технологій, порівняння рішень від провайдерів для міграції, збереження та інтеграції даних. Оцінка рентабельності використаних ресурсів для кожного з типів проектів дозволила зробити висновки щодо економічної вигідності переходу від локальних серверів до хмарних обчислювальних середовищ.

В рамках роботи було на практиці показаний спосіб міграції даних від локального серверу до хмарного обчислювального середовища від AWS. Було використано найпопулярнішу відкриту систему керування базами даних PostgreSQL. Міграція даних приводилася до хмарного інстансу AWS RDS, за допомогою розширення командного рядку і в результаті, керуючи платформою для адміністрації базами даних pgAdmin – було отримано дані з хмарного середовища, міграція яких з локального серверу відбулася напередодні.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було:

1. проведено аналіз проблеми міграції даних з фізичних серверів до хмарних середовищ;
2. досліджено існуючі рішення щодо міграції даних з фізичних серверів до хмарних обчислювальних середовищ;
3. зроблено вибір моделей та інструментів щодо практичної реалізації міграції даних з фізичних серверів до обраної хмарної платформ;
4. практична реалізація міграція даних з фізичного серверу до AWS;
5. оцінено рентабельність використаних ресурсів до отриманого результату.

У кінцевому висновку можна сказати, що хмарне середовище від Amazon – AWS є універсальним рішенням для проектів абсолютно різних масштабів, маючи перевагу серед конкурентів – платформа від Amazon буде у нагоді будь-яким розробникам під час стрімкої цифрової трансформації.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Vailshery L. S. Cloud computing - statistics & facts. statista. URL: <https://www.statista.com/topics/1695/cloud-computing/#topicOverview> (дата звернення: 25.11.2024).
2. What is Cloud Migration? - Cloud Migration Strategy Explained - AWS. Amazon Web Services, Inc. URL: <https://aws.amazon.com/what-is/cloud-migration/> (дата звернення: 12.12.2024).
3. ISO/IEC 15408-1:2009. Information technology - Security techniques - Evaluation criteria for IT security - Part 1: Introduction and general model [Text]. – impl. 15.12.2009. – Brussels: European Committee for Electrotechnical Standardization, 2014. – 64 с. (дата звернення: 15.12.2024).
4. Recommendation ITU-T Y.3500. Information technology – Cloud computing – Overview and vocabulary [Text]. – impl. 13.08.2014. – Geneva: International Telecommunication Union, 2014. – 18 с. (дата звернення: 15.12.2024).
5. Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2014-2019. White Paper [Electronic resource] Cisco. – URL: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloudindex-gci/Cloud_Index_White_Paper.pdf. (дата звернення: 15.12.2024).
6. Hibbard, E. A. Latest in Cloud Computing Standards [Electronic resource] Eric A. Hibbard. – URL: <http://www.slideshare.net/rnewton/summary-cloudstandardseahv2130225>. (дата звернення: 17.12.2024).
7. NISTIR 8074 Volume 2 (Draft) Supplemental Information for the Report on Strategic U.S. Government Engagement in International Standardization to Achieve U.S. Objectives for Cybersecurity [Electronic resource] // National Institute of Standards and Technology. – URL:

- http://csrc.nist.gov/publications/drafts/nistir8074/nistir_8074_vol1_draft_report.pdf. (дата звернення: 22.12.2024).
8. Michael Shirer. Worldwide Digital Transformation Spending Forecast to Continue Its Double-Digit Growth Trajectory, According to IDC Spending Guide. *IDC: The premier global market intelligence company*. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS51352323> (дата звернення: 22.12.2024).
 9. What is IaaS? Infrastructure as a Service Definition - GeeksforGeeks. *GeeksforGeeks*. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/infrastructure-as-a-service-iaas/> (дата звернення: 20.12.2024).
 10. What is PaaS? Platform as a Service in Cloud Computing - Definition, Types. *63SATS*. URL: <https://63sats.com/blog/platform-as-a-service-in-cloud-computing/> (дата звернення: 02.01.2025).
 11. What is SaaS? (Software As A Service) Sector News | ServisSoft. *ServisSoft*. URL: <https://www.servissoft.net/en/what-is-saas-sector-news/> (дата звернення: 02.01.2025).
 12. Contributors to Wikimedia projects. Google Cloud Platform - Wikipedia. *Wikipedia, the free encyclopedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Cloud_Platform (дата звернення: 02.01.2025).