

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет програмної інженерії та бізнесу

Кафедра інженерії програмного забезпечення

## Пояснювальна записка до дипломної роботи

магістра  
(освітній ступінь)

на тему «Експериментальне дослідження та аналіз сервісів IaaS для потреб  
локальних мереж»

XAI.603.667п1.121.156328.200

Виконав: студент б курсу групи №667п1  
Спеціальність 121 – Інженерія програмного  
забезпечення

(код та найменування)

Освітня програма Хмарні обчислення  
та Інтернет речей

(найменування)

Білодід А.О.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: Голуб Н.Г.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Барковська О.Ю.

(прізвище й ініціали)

**Міністерство світи і науки України**  
**Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського**  
**«Харківський авіаційний інститут»**

Факультет програмної інженерії та бізнесу  
(повне найменування)

Кафедра інженерії програмного забезпечення  
(повне найменування)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 121 – інженерія програмного забезпечення  
(код та найменування)

Освітня програма хмарні обчислення та Інтернет речей  
(найменування)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

Туркін І.Б.

(підпис)

(ініціали та прізвище)

“ ”

2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Білодіду Артему Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи Експериментальне дослідження та аналіз сервісів IaaS для потреб локальних мереж

керівник дипломної роботи Голуб Надія Григорівна к.т.н., доцент каф. 603  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року







2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: результати дослідження та аналізу сервісів IaaS для потреб локальних мереж

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) огляд та аналіз сервісів IaaS для потреб локальних мереж, планування експерименту для досліджень сервісів IaaS для потреб локальних мереж, аналіз результатів експерименту для досліджень сервісів IaaS для потреб локальних мереж та формування практичних рекомендацій

5. Перелік графічного матеріалу пояснювальна записка – 71 сторінка, 12 рисунків, 5 таблиць, 36 джерел, 1 додаток.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Голуб Н.Г., доцент каф. 603		
2	Голуб Н.Г., доцент каф. 603		
3	Голуб Н.Г., доцент каф. 603		


Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Постернакова В.А. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.  
 (підпис) (ініціали та прізвище)

7. Дата видачі завдання « 9 » вересня 2019 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання і затвердження теми диплому	09.09.19	
2	Огляд та аналіз сервісів IaaS для потреб локальних мереж	10.09.19 - 20.12.19	
3	Планування експерименту для досліджень сервісів IaaS для потреб локальних мереж	15.02.20 - 26.05.20	
4	Аналіз результатів експерименту для досліджень сервісів IaaS для потреб локальних мереж та формування практичних рекомендацій	02.09.20 - 23.10.20	
5	Наповнення контентом розділів пояснювальної записки	24.10.20 - 10.11.20	
6	Форматування пояснювальної записки до дипломного проекту відповідно до правил та вимог оформлення письмової роботи Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"	11.11.20 - 24.11.20	
7	Передзахист дипломного проекту	26.11.20	
8	Захист дипломного проекту	04.12.20	

Студент \_\_\_\_\_ Білодід А.О.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту  Голуб Н.Г.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 71 сторінок, 12 рисунків, 5 таблиць, 36 джерел.

У сучасному світі інформаційних технологій вже давно активно використовуються хмарні середовища: як на просторах інтернету, так і на різних підприємствах. Потенціал для технології, яка може вільно масштабуватися дозволяє не тільки використовувати інформаційні продукти прямого призначення, але також розширювати межі адміністрування та обслуговування призначених для користувача даних, їх обробку і використання власними коштами в сфері хмарних технологій. Суть концепції хмарних обчислень полягає в наданні кінцевим користувачам віддаленого динамічного доступу до послуг, обчислювальних ресурсів і додатків (включаючи операційні системи й інфраструктуру) через Інтернет.

В рамках даної дипломної роботи проведено аналіз послуг, запропонованих відомими провайдерами сервісу IaaS, складена порівняльна характеристика використовуваних ними платформ та були оцінені переваги й недоліки обраних провайдерів. Об'єктом дослідження в дипломній роботі став шаблон IaaS, як запропонована послуга. А предметом дослідження виступила якість послуг IaaS, які надають провайдери.

Були виділені наступні задачі дослідження : аналіз сфери хмарних обчислень; аналіз типів та методів моделювання хмарних середовищ; аналіз існуючих IaaS платформ; виборка та аналіз IaaS сервісів; планування експерименту вибраних IaaS сервісів; обробка результатів проведеного експерименту та формулювання практичних рекомендацій.

Результати дослідницького експерименту дозволяють зробити висновки про розвиток та стан сервісів IaaS на світовому ринку и дати практичні рекомендації по їх застосуванню.

СЕРВІСИ IAAS, ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПЛАТФОРМИ, ПРОВАЙДЕРИ  
IAAS

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 71 страниц, 12 рисунков, 5 таблиц, 36 источников.

В современном мире информационных технологий уже давно активно используются облачные среды: как на просторах интернета, так и на различных предприятиях. Потенциал для технологии, которая может свободно масштабироваться позволяет не только использовать информационные продукты прямого назначения, но также расширять границы администрирования и обслуживания пользовательских данных, их обработку и использование собственных средств в сфере облачных технологий. Суть концепции облачных вычислений заключается в предоставлении конечным пользователям удаленного динамического доступа к услугам, вычислительным ресурсам и приложениям (включая операционные системы и инфраструктуру) через Интернет.

В рамках данной дипломной работы проведен анализ услуг, предлагаемых известными провайдерами сервиса IaaS, составлена сравнительная характеристика используемых ими платформ и были оценены преимущества и недостатки избранных провайдеров. Объектом исследования в дипломной работе стал шаблон IaaS, как предложенная услуга. Предметом исследования выступило качество услуг IaaS, которые предоставляют провайдеры.

Были выделены следующие задачи исследования: анализ сферы облачных вычислений; анализ типов и методов моделирования облачных сред; анализ существующих IaaS платформ; выборка и анализ IaaS сервисов; планирования эксперимента выбранных IaaS сервисов; обработка результатов проведенного эксперимента и формулировка практических рекомендаций.

Результаты исследовательского эксперимента позволяют сделать выводы о развитии и состоянии сервисов IaaS на мировом рынке и дать практические рекомендации по их применению.

**СЕРВИСЫ IAAS, ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПЛАТФОРМЫ,  
ПРОВАЙДЕРЫ**

## **ABSTRACT**

Master's thesis: 71 pages, 12 figures, 5 tables, 36 sources.

In the modern world of information technology, cloud environments have long been actively used: both on the Internet and at various enterprises. The potential for freely scalable technology allows not only the use of direct-purpose information products, but also the expansion of the administration and maintenance of user data, their processing and use at their own expense in the field of cloud technology.

The essence of the concept of cloud computing is to provide end users with remote dynamic access to services, computing resources and applications (including operating systems and infrastructure) via the Internet.

In the framework of this thesis, an analysis of the services offered by well-known providers of IaaS service, a comparative description of the platforms used by them and evaluated the advantages and disadvantages of selected providers.

The object of research in the thesis was the IaaS template, as a service offered. And the subject of the study was the quality of IaaS services provided by providers.

The following research tasks were identified: analysis of the field of cloud computing; analysis of types and methods of modeling of cloud environments; analysis of existing IaaS platforms; selection and analysis of IaaS services; experiment planning of selected IaaS services; processing the results of the experiment and formulating practical recommendations.

The results of the research experiment allow to draw conclusions about the development and state of IaaS services on the world market and to give practical recommendations for their application.

**SERVICES IAAS, CLOUD COMPUTING, PLATFORM PROVIDERS IAAS**

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	11
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ПОСЛУГ IAAS .....	15
1.1 Хмарні системи та підходи, що лежать в їх основі .....	15
1.2 Варіанти надання обчислювальних потужностей .....	19
1.3 Моделі розгортання хмари.....	22
1.4 Архітектура хмарних систем моделі IaaS .....	26
1.5 Гіпервізор.....	28
1.6 Віртуальна мережа .....	29
1.7 Переваги і недоліки використання хмарних технологій в організації єдиного інформаційного простору .....	30
1.8 Висновки до розділу 1 .....	34
2 ПЛАНУВАННЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ ПОСЛУГ IaaS ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	35
2.1 Межі керованості обчислювальних потужностей .....	35
2.2 Існуючі хмарні платформи.....	36
2.2.1 Закриті комерційні хмари - гіганти .....	36
2.2.2 Платформи для розподілених обчислень .....	36
2.2.3 Спеціалізовані засоби для створення розподілених веб – сервісів.....	37
2.3 Існуючі хмарні сервіси .....	39
2.4 Порівняльна характеристика платформ управління IaaS хмарами .....	41
2.4.1 Платформа Cloudstack .....	41
2.4.2 Платформа Eucalyptus .....	43
2.4.3 Платформа vCloud Director .....	43
2.4.4 Платформа Openstack .....	44
2.5 Порівняння можливостей систем управління інфраструктурами .....	45
2.6 Порівняльна характеристика послуг провайдерів сервісу IaaS .....	47

2.6.1 Огляд провайдерів обраних для експерименту.....	47
2.6.2 Критерії хмарних обчислень для проведення експерименту.....	52
2.7 Висновки з розділу 2 .....	54
<b>3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ НАДАНИХ ПОСЛУГ IaaS ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ.....</b>	<b>56</b>
3.1 Аналіз результатів експерименту .....	56
3.2 Висновки до проведених експериментів.....	62
3.3 Сервіси компанії Amazon.....	62
3.4 Практичні рекомендації .....	63
3.5 Висновки з розділу 3 .....	66
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>67</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>68</b>
<i>Додаток А.....</i>	<i>71</i>



## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

Гіпервізор - програмне або вбудоване програмне забезпечення, що дозволяє віртуалізувати системні;

Дата-Центр - приміщення в будівлі, будівля або група будівель, призначена для збирання, нагромадження й зберігання великих обсягів інформації та їх опрацювання.

ІТ - інформаційні технології;

НДР – науково-дослідницька робота.

ПЗ - Програмне забезпечення

ПЗ – програмне забезпечення.

ПК – персональний комп'ютер.

ПП – програмний продукт

СНД - Співдружність Незалежних Держав

Софт – сукупність програм системи обробки інформації і програмних документів, необхідних для експлуатації цих програм.

AIX - Advanced Interactive eXecutive

API - сукупність засобів та правил, що вможливають взаємодію між окремими складниками програмного забезпечення або між програмним та апаратним забезпечення;

ASP - Application Service Provider;

Cloud computing - хмарні обчислення;

Free Tier – Безкоштовна версія

front-end - клієнтська сторона призначеного для інтерфейсу користувача

HTTP - протокол передачі даних, що використовується в комп'ютерних мережах

IaaS - інфраструктура як послуга

IaaS - інфраструктура як услуга;

KVM - Kernel-based Virtual Machine

Linux – операційна система.

PaaS - платформа як послуга

PaaS - платформа як услуга;

PCI - Peripheral component interconnect

PowerVM - рішення віртуалізації для клієнтів AIX, Linux і IBM

REST API - архітектурний стиль взаємодії компонентів розподіленого додатка в мережі

SaaS - програмне забезпечення як послуга

SaaS – програмне забезпечення як послуга;

SAS 70 - Statement on Auditing Standards No. 70

SOA - Service oriented architecture;

Support - Підтримка

VM - віртуальних машин;

VMM - Virtual Machine Manager

Xen - кросплатформенний гіпервизор

## ВСТУП

У сучасному світі інформаційних технологій вже давно активно використовуються хмарні середовища: як на просторах інтернету, так і на різних підприємствах. Потенціал для технології, яка може вільно масштабуватися дозволяє не тільки використовувати інформаційні продукти прямого призначення, але також розширювати межі адміністрування та обслуговування призначених для користувача даних, їх обробку і використання власними коштами в сфері хмарних технологій.

Взагалі, розмови про впровадження таких моделей велися ще з кінця 60-х років минулого століття. Тоді з'явилася концепція використання обчислювальних можливостей комп'ютерних систем по всьому світу з організацією у вигляді комунального господарства, авторами якої були Джозеф Ликлайдер і Джон Маккарті.

Наступним кроком стало впровадження в 1999 році так званих CRM-систем у вигляді веб-сайтів, що надаються за передплатою, які забезпечували доступ до обчислювальних ресурсів через інтернет, чим в 2002 році почав активно користуватися книжковий онлайн-магазин Amazon, пізніше трансформувалися в величезну ІТ- корпорацію.

І тільки в 2006 році, завдяки появі проекту Elastic Compute Cloud, про повномасштабне впровадження хмарних технологій і сервісів заговорили всерйоз. Природно, важливу роль в наданні обчислювальних ресурсів зіграв і запуск всім сьогодні знайомого сервісу Google Apps, що відбувся в 2009 році.

Хмарні обчислення (англ. Cloud computing) – технологія розподіленої обробки даних, в якій комп'ютерні ресурси і потужності надаються користувачеві як Інтернет-сервіс. Суть концепції хмарних обчислень полягає в наданні кінцевим користувачам віддаленого динамічного доступу до послуг, обчислювальним ресурсів і додатків (включаючи операційні системи й інфраструктуру) через Інтернет. Розвиток сфери хостингу було обумовлено

потребою в програмному забезпеченні і цифрових послугах, якими можна було б управляти зсередини, але які були б при цьому більш економічними і ефективними за рахунок економії на масштабі.

Концепція "хмарних" технологій мають величезний потенціал, тому що всі сучасні комп'ютерні продукти з кожним днем збільшують свої вимоги до технічного обладнання комп'ютера користувача, що неминуче призведе до значних витрат на удосконалення заліза. "Хмарна" технологія дозволяє вирішити проблему залежності програм від ресурсів кінцевого користувача.

Використовуючи хмарні технології можливо не тільки знизити витрати на фізичне устаткування, але і масово об'єднати дані з їх подальшим захистом, здатність працювати віддалено з інформаційною системою підприємства і персоналізація хмарного ядра під потреби компанії.

Згідно з прогнозами International Data Corporation, об'єм ринку хмарних сервісів в країнах СНД в 2020 році перевищить 1,2 млрд доларів. Отже, він повинен зростати більш ніж на 100%. На думку експертів, одним з найбільш інтенсивно зростаючих секторів стане використання хмарних послуг в різних варіаціях. При цьому процент вкладень в хмарні технології складе 46% від інвестицій в усі основні категорії ІТ сектора - додатки, їх розробка і випуск, програмне забезпечення, системи зберігання даних і сервери. Очікується, що в найближчі роки найбільше коштів в розвиток хмарних сервісів буде вкладено в США, тому до 2021 року близько 50% прибутку від хмарних технологій доведеться на американський ІТ сектор. Не менш серйозне зростання IDC прогнозує в Західній Європі і країнах Азіатсько-Тихоокеанського регіону, де зосереджено найбільше виробників хмарних послуг і витрати кінцевих користувачів на ці технології перевищують показники інших регіонів.

На сьогоднішній день не більше 15% вітчизняних організацій на практиці застосовують хмарні технології з метою оптимізації своєї ІТ інфраструктури. Фахівці продовжують запевняти, що Cloud Computing відкриває доступ до потужних ресурсів, а також дає реальну можливість одним стрибком подолати технологічну прірву, яка відділяє нас від більш розвинених країн.

Актуальність роботи. У сучасному світі інформаційних технологій вже давно активно використовуються хмарні середовища: як на просторах інтернету, так і на різних підприємствах. Потенціал для технології, яка може вільно масштабуватися дозволяє не тільки використовувати інформаційні продукти прямого призначення, але також розширювати межі адміністрування та обслуговування призначених для користувача даних, їх обробку і використання власними коштами в сфері хмарних технологій.

Суть концепції хмарних обчислень полягає в наданні кінцевим користувачам віддаленого динамічного доступу до послуг, обчислювальних ресурсів і додатків (включаючи операційні системи й інфраструктуру) через Інтернет. Розвиток сфери хостингу, потенціал для технології, яка може вільно масштабуватися, дозволяє не тільки використовувати інформаційні продукти прямого призначення, але також розширювати межі адміністрування та обслуговування призначених для користувача даних, їх обробку і використання власними коштами в сфері хмарних технологій.

Мета дослідження дипломної роботи: аналіз послуг, запропонованих відомими провайдерами сервісу IaaS, порівняльна характеристика використовуваних ними платформ, оцінка переваг і недоліків.

Задачі дослідження:

- аналіз сфери хмарних обчислень;
- аналіз типів та методів моделювання хмарних середовищ;
- аналіз існуючих IaaS платформ;
- виборка та аналіз IaaS сервісів;
- планування експерименту вибраних IaaS сервісів;
- обробка результатів проведеного експерименту;
- написання висновків.

Об'єкт дослідження – IaaS, як послуга.

Предмет дослідження – якість послуг IaaS, які надає провайдер.

Методи дослідження: виявлення та написання критерії та методів порівняння послуг, статистичний аналіз результатів експерименту.

Наукова новизна отриманих результатів. Результати дослідницького експерименту дозволяють зробити висновки про розвиток та стан сервісів IaaS на світовому ринку и дати практичні рекомендації по їх застосуванню

Практична значимість роботи: полягає в здійсненні експериментального дослідження та аналізу IaaS для потреб локальних мереж. Використання на практиці отриманих результатів та написання практичних рекомендацій до застосування.

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ПОСЛУГ IAAS

## 1.1 Хмарні системи та підходи, що лежать в їх основі

Хмарні обчислення (англ. Cloud computing) - технологія обробки даних, в якій обчислювальні потужності надаються користувачеві як сервіс. Користувач має доступ тільки до власних даних і не може управляти програмною і апаратною інфраструктурою, що лежить в основі системи. Термін "Хмара" використовується як метафора, заснована на зображенні мережі Інтернет на діаграмах комп'ютерних мереж, або як образ складної інфраструктури, яка прихована під спеціальним програмним рівнем.

В основі Cloud computing лежать кілька підходів. Перший - доступність сервісів через Інтернет. Цей підхід не відноситься до закритих інфраструктур, в них Інтернет замінюється локальними мережами, але частина сервісів, як правило, все одно доступні з глобальної мережі.

Другий підхід - віртуалізація. Віртуалізація дає легкість масштабування. Завдяки віртуалізації кожен користувач може отримати необхідну потужність з можливістю її майбутнього розширення або звуження. Всі службові процеси, при цьому, прозорі для користувача. Фізичні ресурси для роботи необхідної системи можуть виділятися на різних серверах, знаходячись в різних дата центрах.

Третій підхід - Cloud Computing це послуга. Раніше за машинний час доводилося платити і чекати в черзі вільної години. У Cloud computing використовується схожий, але більш сучасний підхід. Використані ресурси для користувача - це набір послуг, які споживаються і, в разі надання комерційним постачальником, оплачуються. Наприклад, розглянемо хостинг для даних з доступом до них через HTTP REST API. У користувача є потрібний обсяг даних, який доступний за допомогою зручного інтерфейсу. При цьому дані

зберігаються на фізичних серверах, захищаються від втрати за допомогою Raid масивів і територіально розподілені.

Четвертий підхід - простота і стандартність. Дуже важлива властивість для нової, ще не повністю адаптованої технології. Все, що пропонується всередині хмари є через прості виклики API і протоколи. Величезну популярність здобув протокол REST, за допомогою якого всі операції над даними можна робити через запити. Застосовуються і багато інших рішень, для різних мов програмування вже доступні бібліотеки для написання подібних систем роботи з даними. [1]

Розглянемо випадки, в яких розкриваються переваги хмарних технологій. Для користувачів або організацій, в разі користування послугами великих постачальників, це можливість недорого отримати доступ до надійної інфраструктури, з необхідною в даний момент продуктивністю. Доступність комерційних систем, зазвичай гарантується на рівні 99.9% і вище, що означає не більше години простою в рік. Ще одним важливим моментом є величезні можливості по масштабованості. Наприклад, використовуючи хмарний хостинг, маючи різкий сплеск відвідуваності ресурсу або обчислювальної потужності відсутній ризик збою, так як всі ресурси виділяються динамічно.

У разі приватних інфраструктур, хмарні технології дозволяють абстрагуватися від окремих апаратних одиниць і оперувати тільки їх сумарною потужністю, розділяючи її динамічно, в залежності від поточних вимог різних службових систем і проектів.

Завдяки цим підходам, Cloud computing допомагає становленню нових проектів, власникам яких часто складно передбачити майбутнє зростання їх потреб.

Хмарні обчислення (Cloud computing) є гарною альтернативою класичної моделі навчання. Головним її плюсом можна вважати істотну економію коштів освітньої установи, у якій вони використовуються. Адже у цьому випадку комп'ютерна інфраструктура й/або інформаційні сервіси надаються як послуги "хмарного" провайдеру. Єдине, чим необхідно забезпечити викладачів і



студентів, що навчаються з використанням, хмарних технологій, - це доступ до мережі Інтернет.

Хмара означає складну інфраструктуру з великою кількістю технічних деталей, захованих в «хмарах». Національний інститут стандартів і технологій США (National Institute of Standards and Technology – NIST) у документі «NIST Definition of CloudComputing v15» [12] визначив «хмарні обчислення» так: модель хмарних обчислень дає можливість зручного доступу за допомогою мережі до загального пулу з обчислювальними ресурсами, що налаштовуються (наприклад, мережі, сервера, системи зберігання, додатка, послуги); модель хмари сприяє доступності й характеризується п'ятьма основними елементами (самообслуговування на вимогу, широкий доступ до мережі, об'єднаний ресурс, незалежне розташування, швидка гнучкість, вимірювані сервіси). У наш час існує безліч постачальників хмарних рішень. Такі великі компанії як Amazon, Google, Microsoft і т.д. пропонують значні знижки освітнім установам, за рахунок чого вони одержують доступ до хмарних сервісів практично безкоштовно. Метою статті є аналіз властивостей, архітектурних особливостей та моделей хмарних обчислень з точки зору їх використання у навчальному процесі, насамперед, при вивченні алгоритмічних мов та основ програмування. Характеристики хмарних обчислень. У хмарних обчисленнях виділяють наступні ключові характеристики.

Самообслуговування на вимогу. Споживач самостійно вибирає, яким набором обчислювальних можливостей і ресурсів він буде користуватися.

Висока еластичність (гнучкість) сервісів. Обчислювальну потужність можна легко зменшити або збільшити, виходячи з потреб користувача. Якщо освітній установі буде потрібно терміново збільшити об'єм обчислювальних ресурсів, то керівництву установи не прийде витратити кошти й час на закупівлю й налаштування додаткового встаткування й програмного забезпечення, що згодом може використовуватися досить рідко.

Можливість об'єднання ресурсів. Обчислювальні ресурси хмарного провайдера групуються в пули з можливістю динамічного перерозподілу

фізичних і віртуальних ресурсів між кінцевими споживачами. Це дозволяє хмарному провайдеру легко нарощувати потужності й замінювати встаткування, що вийшло з ладу, без зниження рівня продуктивності й надійності.

Облік споживання ресурсів і оплата по факту використання. Споживачі платять тільки за фактично спожиті послуги.

Технологічність. Можна сміливо стверджувати, що в дата-центрах постачальників хмарних послуг використовуються більш сучасні інноваційні технології, ніж у більшості навчальних закладів. Ці технології дозволяють автоматично оптимізувати використання обчислювальних ресурсів і скоротити витрати на обслуговування встаткування в порівнянні з аналогічними витратами в навчальних закладах.

Відмовостійкість і високий рівень доступності. Дата-Центри для хмарних обчислень являють собою надійну розподілену мережу, вузли якої можуть розташовуватися в різних куточках світу. Крім того, дата-центри, як правило, будують поблизу дешевих джерел електроенергії, що є економічно більш доцільним, ніж підтримка працездатності Іт-Інфраструктури при роботі за звичайними для невеликих споживачів тарифам на електроенергію.

Суть хмарних технологій, таким чином, полягає в перенесенні обробки даних з персональних комп'ютерів і робочих станцій на сервери всесвітньої мережі. В області комп'ютерного моделювання це означає розгортання програмних комплексів на ресурсах Інтернет. Користувач стає не покупцем обчислювальних програм і комплексів, а їх орендарем, якому надаються різноманітні послуги. Форма купівлі–продажу товару з відчуженням прав власності від продавця до покупця змінюється на форму оренди, в даному випадку – продажу не продукту, а послуг з його використання клієнтом без зміни власника продукту. При цьому забезпечена повна відповідність виробничих потужностей інфраструктури фактичним потребам користувача.

## 1.2 Варіанти надання обчислювальних потужностей

Варіанти надання обчислювальних потужностей в хмарних системах сильно відрізняються один від одного. У зв'язку з тим, що одним з головних підходів в основі хмарних технологій вартє представлення всього як сервіс, до назв варіантів надання послуг прийнято додавати словосполучення «as a service», що в перекладі означає у вигляді сервісу.

SaaS (Software as a service), або програми у вигляді сервісів - варіант, при якому пропонується використовувати безпосереднє ПЗ, наприклад, корпоративну систему, у вигляді сервісу по підписці. Якщо підприємство не має можливості мати внутрішній Exchange - сервер для роботи пошти і календарів його можна придбати віддалено, вже налаштованим з урахуванням всіх необхідних специфік.

PaaS (Platform as a service) - на відміну від SaaS, який призначений більше для кінцевого користувача, цей варіант призначений більше для розробників. У разі PaaS, в хмарі функціонує набір програм, основних сервісів і бібліотек, на підґрунті яких пропонується розробляти свої додатки. Прикладом цього варіанту надання послуг є платформа для створення додатків Google AppEngine. Крім цього, під PaaS розуміють також і окремі частини складних систем, такі як системи бази даних або комунікацій.

Haas (Hardware as a service) - один з перших термінів, що означають надання деяких базових апаратних функцій і ресурсів у вигляді сервісів. Замість прямої оренди сервера використовується віртуалізація. В разі Haas, під конкретним апаратним забезпеченням маються на увазі деякі абстрактні сутності, аналогічні фізичним, такі як місце для зберігання інформації, процесорний час в еквіваленті якого або реального CPU, пропускна спроможність.

IaaS (Infrastructure as a service) - вважається, що цей термін прийшов на зміну Haas, піднявши його на новий рівень. Цим терміном називають надання комп'ютерної інфраструктури як послуги. В даній роботі розглядається цей варіант надання потужностей.

SaaS (Communication as a service) - надання послуг зв'язку як сервісу. Під послугами зв'язку, зазвичай мають на увазі IP-телефонію, пошту або миттєві комунікації, такі як чати або служби обміну миттєвими повідомленнями. [2]

На даний момент виділяють три ключові моделі хмарних служб, порівняльна характеристика послуг, які надаються кожною моделлю кінцевому користувачеві приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Порівняння моделей хмарних служб

Тип	Споживач	Служба, яка надається хмарою	Область дії рівня обслуговування	Налаштування
SaaS	Кінцеві користувачі	Готовий додаток	Час роботи додатку, продуктивність додатку	Мінімальне або відсутнє. Можливості, визначаються ринком або постачальником
PaaS	Власник додатку	Середовище виконання для коду програми, хмарне сховище, інші хмарні служби, такі як інтеграція	Доступність середовища, швидкість середовища. Не розповсюджується на додатки	Високий рівень налаштування на рівні додатків в межах наданих послуг. Багато додатків повинні бути переписані

## Закінчення таблиці 1.1

Тип	Споживач	Служба, яка надається хмарою	Область дії рівня обслуговування	Налаштування
IaaS	Власник додатку або компанія, що забезпечує підтримку ОС, ПЗ і додатків	Віртуальний сервер, хмарне сховище	Доступність віртуального сервера, час для підготовки до роботи. Не розповсюджується на платформу або додатки	Мінімальні обмеження для додатків, встановлених в стандартизованих віртуальних збірках ОС

IaaS, PaaS або SaaS — це моделі надання хмарних сервісів. Те, як вони співвідносяться одне з одним, часто зображують у вигляді піраміди з різним рівнем контролю інформації. Вершина — це кінцевий користувач, який працює з особистими даними, «загорнутими» в програму або сервіс зі зручним інтерфейсом. Програма або сервіс розгортаються на якійсь технологічній платформі, це другий рівень піраміди. Нарешті, її основа — це інфраструктура: віртуальні сервери, обчислювальні потужності, накопичувачі і канали зв'язку. Піраміду можна побачити на рисунку 1.1.

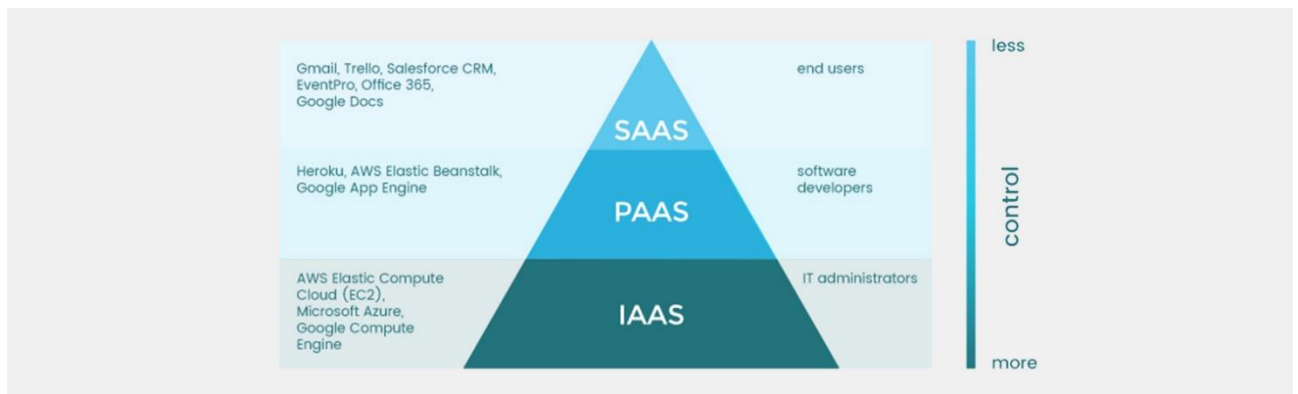


Рисунок 1.1 – Піраміда хмарних сервісів

### 1.3 Моделі розгортання хмари

Моделі розгортання (загальні або виділені, а також розміщуються всередині або поза організації) визначаються як володіння архітектурним проектом і управління ним, а також рівень дозволених налаштувань. Різні моделі розгортання ресурсів можуть бути оцінені за трьома стандартами: вартість, контроль і масштабованість. Основні моделі розгортання наведені на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Моделі розгортання хмар

Загальнодоступна хмара - це пул комп'ютерних послуг, що постачаються через Інтернет. Вона пропонується постачальником, який зазвичай використовує модель оплати за фактичне використання або вимірювальну службу. Загальнодоступні хмарні обчислення мають наступні потенційні переваги: оплата проводиться тільки за спожиті ресурси, маневреність досягається за допомогою швидкого розгортання, є можливість швидкого масштабування потужностей і всі служби постачаються з поліпшеними однаковими

характеристиками доступності, відмовостійкості, безпеки і керованості. Існують наступні різновиди загальнодоступної хмари:

1) Загальнодоступна хмара, яка використовується суспільно. Спільна хмара забезпечує перевагу швидкого впровадження, масового масштабування і низькі витрати на організацію виробництва.

Вона надається в загальному середовищі, в якій архітектура, налаштування і рівень безпеки проектуються і управляються постачальником відповідно до орієнтованості на ринок специфікацій.

2) Виділена загальнодоступна хмара. Виділена загальнодоступна хмара забезпечує функціональні можливості, схожі на ті, які є в спільно використовуваній, за винятком того, що надає виділену інфраструктуру. Безпека, швидкість, а іноді і можливості налаштування краще в виділеній, ніж спільно використовуваній загальнодоступній хмарі. Її архітектура і рівні обслуговування визначаються постачальником, і його вартість може бути вище, ніж у спільно використовуваній загальнодоступній хмарі, в залежності від обсягу. Приватна хмара - це пул комп'ютерних ресурсів, що надаються як стандартний набір служб, який визначається, проектується і контролюється конкретним підприємством. Шлях до приватної хмари часто лежить через необхідність контролювати середу доставки, викликану наявністю застарілих додатків, вимогами до продуктивності, необхідністю відповідностей регулятивним нормам або унікальністю компанії. Наприклад, банки і урядові установи мають проблеми з безпекою даних, які можуть перешкоджати використанню наявних служб загальнодоступної хмари. Існують такі різновиди приватної хмари:

1) Самостійно розміщена приватна хмара. Самостійно розміщена приватна хмара забезпечує перевагу з точки зору контролю над архітектурою і операціями. В такій хмарі використовуються наявні інвестиції в персонал і устаткування, і воно забезпечує виділене локальне середовище, яке проектується, розміщується і управляється всередині компанії.

2) Розміщена приватна хмара. Розміщена приватна хмара – це виділене середовище, яке проектується всередині компанії, а розміщується і управляється

за її межами. У ній поєднуються переваги управління службою і архітектурним проектом з перевагами аутсорсингу.

3) Приватна хмара на основі пристрою. Приватна хмара на основі пристрою - це виділене середовище, яке закуповується у постачальника і проектується їм з орієнтованими на постачальника послугами, функціями і контролем над архітектурою. Це середовище розміщується всередині організації і має внутрішнє або зовнішнє управління. У ній поєднуються переваги використання попередньо налаштованої архітектури та низьких ризиків при розгортанні з перевагами внутрішньої системи безпеки і контролю. [3]

Порівняння молей розгортання представлене в таблиці 1.2.



Таблиця 1.2 - Порівняння моделей розгортання хмари

Тип розгортання	Місце розміщення	Загальна або виділена	Управління архітектурою	Масштабованість	Необхідні інвестиції
Користувальницька загальнодоступна хмара	Зовнішнє	Загальна	Постачальник або ринок	Мінімальні обмеження	Оплата за фактичне використання
Виділена загальнодоступна хмара	Зовнішнє	Частково або повністю виділена	Постачальник або ринок	Обмежено контрактом	Оплата за фактичне використання
Самостійно розміщена приватна хмара	Внутрішнє	Повністю виділена	Самостійно	Обмежено капітальними інвестиціями	Створення хмари, загальні служби
Розміщена приватна хмара	Зовнішнє	Повністю виділена	Самостійно	Обмежено капітальними інвестиціями і контрактом	Залежить від контракту, може впливати або не впливати на капітал
Приватна хмара на основі пристрою	Внутрішнє	Повністю виділена	Постачальник	Обмежено пропозицією	Залежить від контракту, може впливати або не впливати на капітал

## 1.4 Архітектура хмарних систем моделі IaaS

Віртуалізація дає унікальні можливості при побудові динамічно масштабованої архітектури. В додаток до масштабованості, віртуалізація дає можливість переносити віртуальні машини з одного фізичного сервера на інший для того, щоб збалансувати навантаження. На рисунку 1.3 показано, що віртуальний компонент реалізується за допомогою шару програмного забезпечення, названого гіпервізором або монітором віртуальних машин (VMM). Цей шар дає можливість одночасного виконання кількох операційних систем і їх додатків на одній фізичній машині. Над гіпервізором розташований об'єкт, званий віртуальною машиною, який включає в себе операційну систему, додатки і налаштування. Якщо необхідно, то в гіпервізорі або в віртуальній машині може бути реалізована емуляція пристроїв. Для управління такою системою необхідні спеціальні схеми управління, в яких враховується динамічна природа віртуалізації і нові можливості, що надаються нею. Така система управління краще реалізується у вигляді шарів, локальне управління здійснювати на сервері, а управління інфраструктурою виконувати на більш високому рівні, призначеному для управління всім віртуальним середовищем.

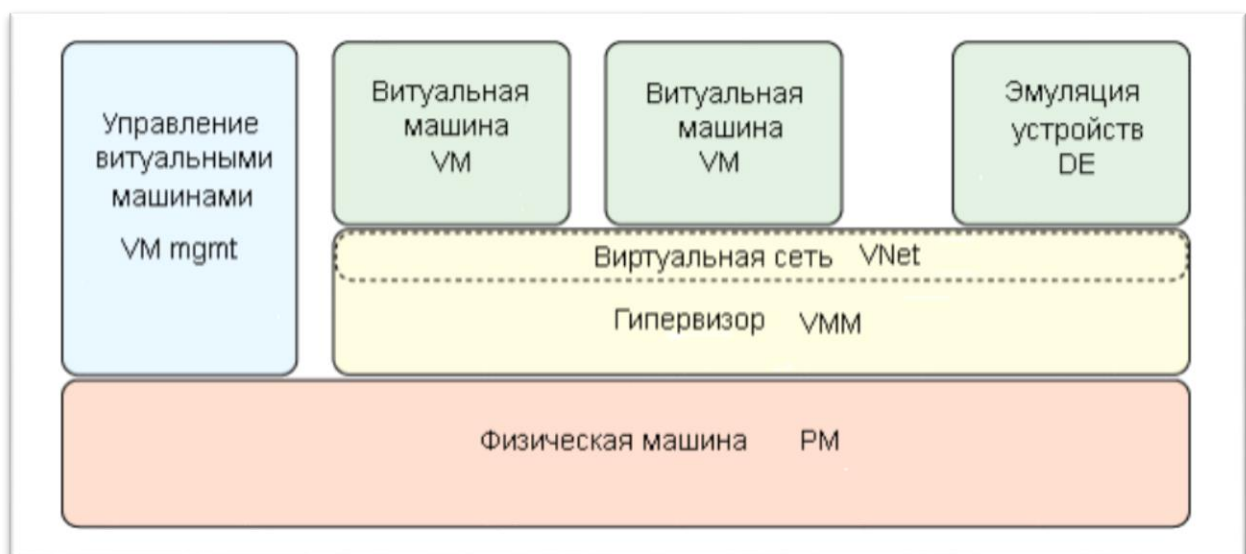


Рисунок 1.3 - Основні елементи вузла в хмарній системі

Велика кількість вузлів, розподілених між мережами з спільно використовуваною пам'яттю, з організованим загальним управлінням інфраструктурою, має вхідний інтерфейс (front-end) з балансуванням навантаження вхідних підключень, з кешуванням і фільтрацією, формують собою віртуальну інфраструктуру, яка називається хмарою або хмарною системою. Ця конструкція зображена на рисунку 1.4. У ній можна відключати непрацюючі машини до запиту додаткової обчислювальної потужності замість того, щоб резервувати потужності, які не будуть використовуватися. На вузлах можна здійснювати балансування віртуальних машин (статично або динамічно) в залежності від їх індивідуального навантаження.

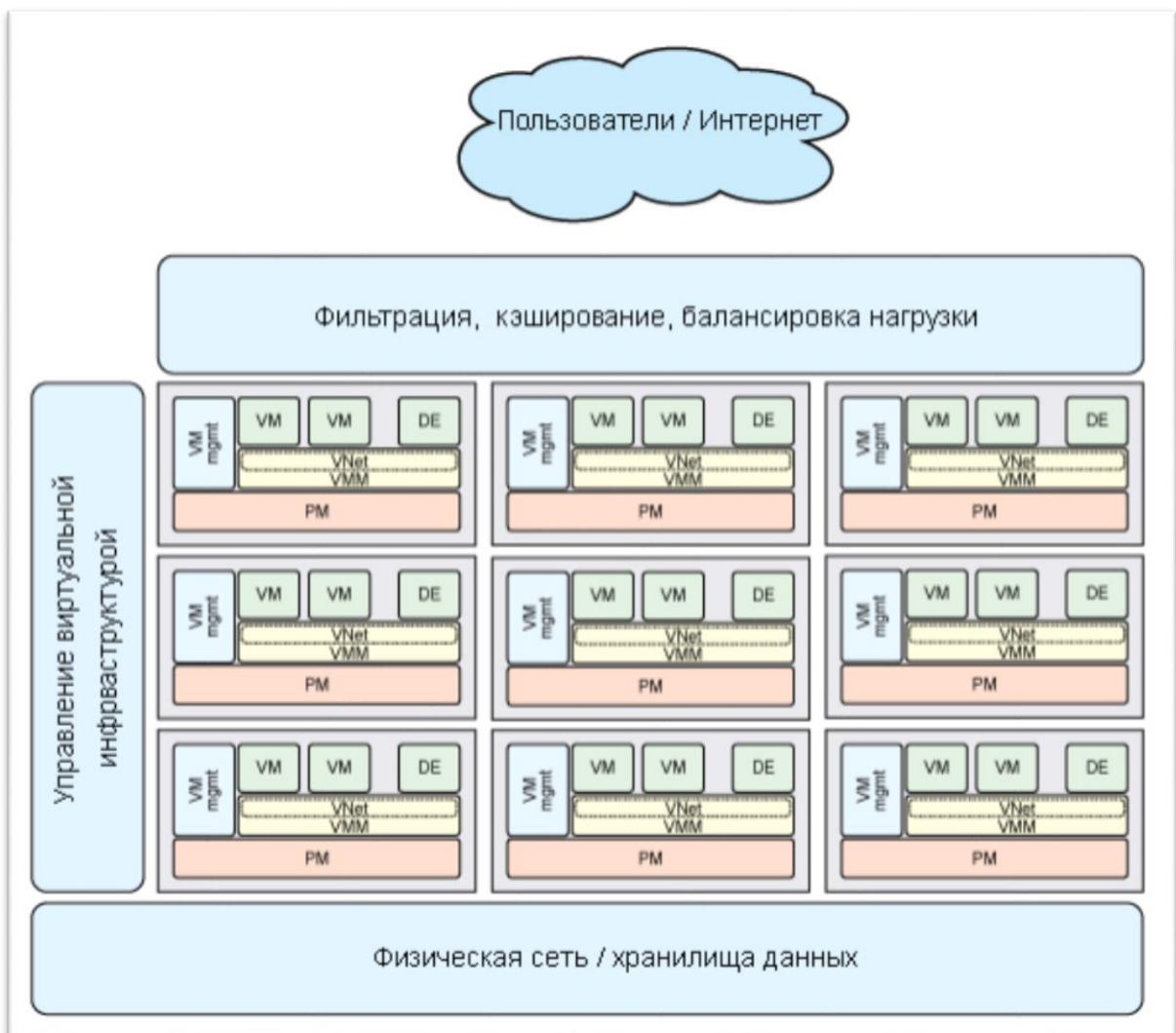


Рисунок 1.4 - Обчислювальна інфраструктура хмарної системи

У наступному підрозділі більш детально розглянемо існуючі гіпервизори, програмне забезпечення, яке працює безпосередньо на фізичних серверах.

## 1.5 Гіпервизор

Базисом хмарної системи на рівні вузла є гіпервизор - програмне або вбудоване програмне забезпечення, що дозволяє віртуалізувати системні ресурси. Гіпервизори бувають двох типів. Гіпервизор типу 1 працюють безпосередньо на обладнанні системи. Гіпервизор типу 2 працюють поверх базової операційної системи, яка забезпечує служби віртуалізації, такі як підтримка пристроїв введення / виведення і управління пам'яттю. На рисунку 1.5 показані відмінності гіпервизора двох типів.

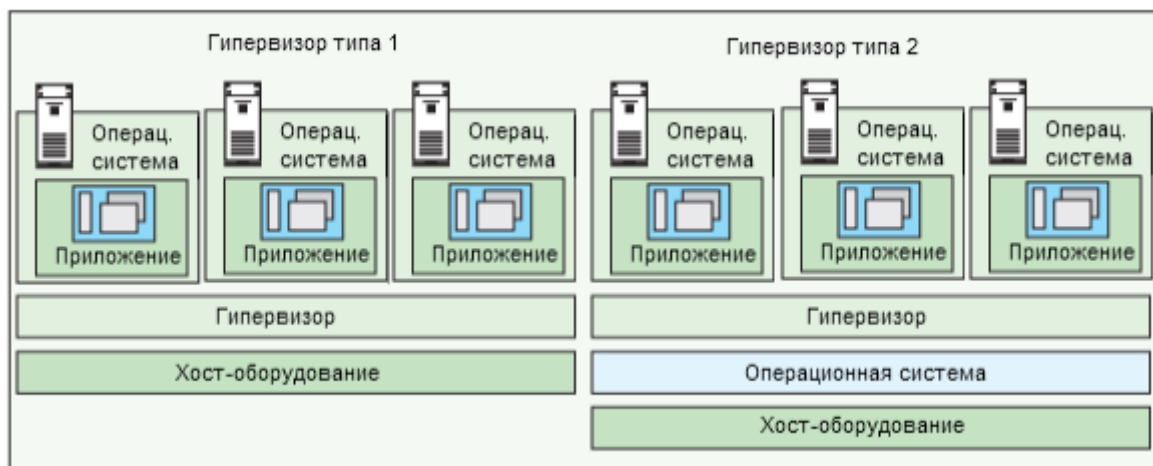


Рисунок 1.5 - Відмінності між гіпервизорами типу 1 і типу 2

Перелічимо найбільш широко використовувані гіпервизори і підтримувані ними апаратні платформи:

- PowerVM: належить до серверів на базі IBM POWER5, POWER6 і POWER7, цей гіпервизор підтримується операційними системами IBM і, AIX і Linux. PowerVM підтримується в середовищі IBM SmartCloud Enterprise.

- VMware vSphere: вбудований гіпервизор, працює безпосередньо на апаратурі серверів, не вимагаючи додаткової операційної системи. Він

підтримується як у власному середовищі віртуалізації VMware, так і в середовищах інших розробників.

– Xen: монітор віртуальних машин для процесорних архітектур IA-32, x86-64, Itanium і ARM. Xen дозволяє виконувати кілька гостьових операційних систем на одному і тому ж обладнанні одночасно. Xen системи мають структуру, в якій гіпервизор Xen займає найнижчий і привілейований рівень.

– KVM: інфраструктура віртуалізації для ядра Linux, KVM підтримує базово залежну віртуалізацію на процесорах з апаратними розширеннями для віртуалізації. Спочатку він підтримував процесори x86, але в даний час до них додався широкий спектр процесорів і гостьових операційних систем, в тому числі безліч варіацій Linux, BSD, Solaris, Windows, Haiku, ReactOS і AROS Research Operating System (є модифікована версія QEMU, здатна використовувати KVM для роботи з Mac OS X).

– z / VM: поточна версія операційної системи віртуальних машин IBM, z / VM працює на серверах IBM zSeries і може використовуватися для підтримки великого числа (тисяч) віртуальних машин Linux.

## **1.6 Віртуальна мережа**

Віртуальні машини розміщуються на фізичних серверах і для їх взаємодії один з одним і з платформою їм потрібна мережа. Замість об'єднання всіх віртуальних машин мережею на фізичному рівні, використовується віртуалізація локальних взаємодій між віртуальними машинами. Для оптимізації взаємодії віртуальних машин використовується віртуальний комутатор (virtual switch). Віртуальний комутатор функціонує як фізичний комутатор рисунок 1.6. На цьому рисунку видно, що віртуальні інтерфейси (VIF), що використовуються при взаємодії між віртуальними машинами, взаємодіють з фізичними інтерфейсами (PIF) через віртуальний комутатор.

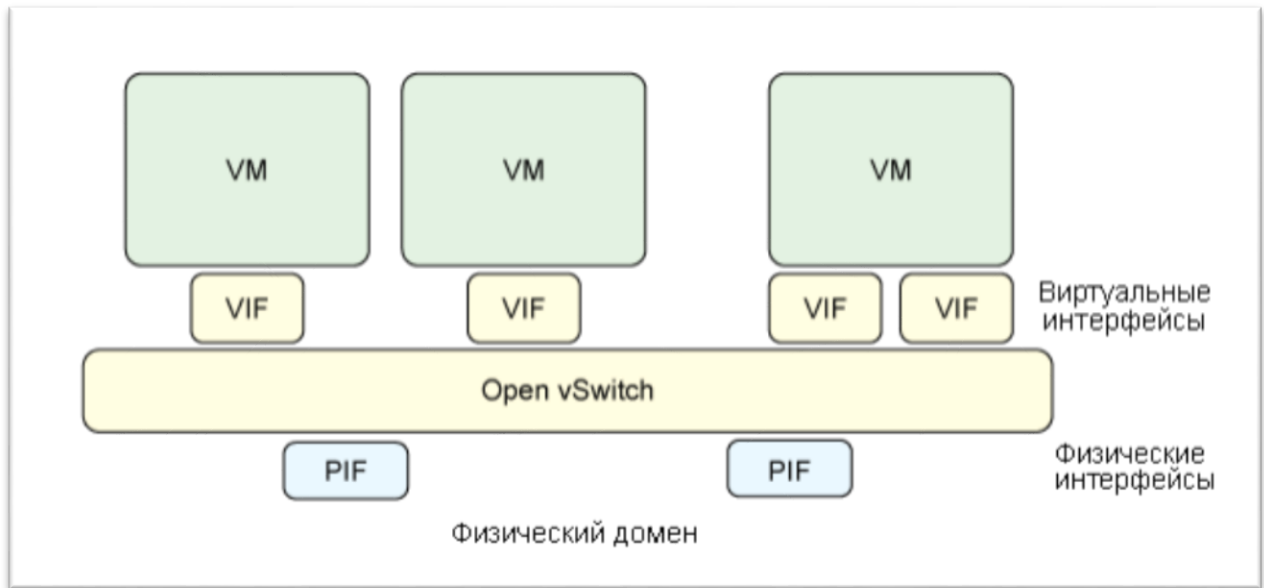


Рисунок 1.6 - Загальна схема використання vSwitch з віртуальними і фізичними інтерфейсами

В рамках відриного коду ця проблема вирішується за допомогою продукту, який називається Open vSwitch і його більш простих аналогів. З його допомогою реалізується віртуальний комутатор в віртуальному середовищі, а також відбувається взаємодія з фізичною платформою і надаються такі можливості рівня підприємства, як віртуальні локальні мережі (VLAN), обслуговування з пріоритетом якості (QoS), реалізація комунікаційних групових каналів, а також підтримка апаратної багатопоточності. Зараз доступна версія Open vSwitch для ядра 2.6.15, яка дозволяє застосовувати в Linux різні віртуальні рішення (Xen, KVM, VirtualBox) і використовувати різні керуючі стандарти (Remote Switched Port Analyzer [RSPAN], NetFlow і т.д.). [4]

### 1.7 Переваги і недоліки використання хмарних технологій в організації єдиного інформаційного простору

У зв'язку з відносною новизною хмарних технологій, в питанні доцільності їх впровадження, викликає безліч суперечок і дискусії на тему здатності організувати єдиний інформаційний простір. Прийняти ефективне рішення,

щодо впровадження розсіяних обчислень, складне завдання, що вимагає повного аналізу підприємства, середовища, для якої ми припускаємо, розгорнути, так звані, "Видалені робочі столи".

Тому завданням цієї частини роботи є провести всебічний аналіз переваг і недоліків використання Cloud Computing.

Проаналізуємо можливості організації єдиного інформаційного простору постарасьмося знайти можливі переваги від використання хмарних обчислень.

Низькі початкові інвестиції в ІТ, не потрібно інвестувати в купівлю обладнання, програмного забезпечення, налаштування і технічну підтримку мережі. Представники різних компаній, що використовують хмарні технології, відзначають, що, поряд з підвищенням продуктивності і ефективності на всіх рівнях - як в офісі, так і при віддаленій роботі, - вони отримали рішення, яке може рости разом з компанією і розширюватися відповідно до потреб бізнесу. Щоб встановити в компанії, наприклад, поширений продукт Microsoft Exchange Server, зазвичай організації потрібно кілька тижнів, місяців, починаючи з моменту покупки ліцензій і серверів до організації єдиного інформаційного простору. Також необхідний власний штат ІТ-фахівців для його установки і обслуговування. За допомогою Cloud Computing підприємство отримує рішення негайно і за низьку місячку плату. Так ми переходимо до наступної переваги при оцінці використання хмарних обчислень.

Оптимізація витрат, оплата за використання віддаленого простору проводиться щомісяця у формі передплати на необхідні сервіси. Низька фіксована щомісячна оплата, визначається тим, що Cloud Computing дозволяє забезпечувати економію при зростанні масштабу і недорогої експлуатацію. Ліцензії на програмне забезпечення не потрібно ставити на баланс організації, тобто відбувається скорочення відповідальності, так як сервіс - провайдер бере на себе зобов'язання ліцензування і безперебійної роботи. Гнучкість і масштабованість рішень по організації і реорганізації роботи з комунікаційним і інформаційним простором, є ще однією перевагою використання хмарних сервісів, одним з важливих особливостей масштабованості, є можливість

збільшувати або зменшувати мережеві машини в робочій групі. А також додавати нові робочі рішення. Простота в підтримці, оплачувана єдина ІТ послуга, до складу якої все включено, не потрібно інсталиювати і обслуговувати сервери, оновлювати програмне забезпечення, не піклуватися про сумісність програм і апаратних засобів. Інформаційний простір стає великою, абстрактною інфраструктурою, зі здатністю розподілу ресурсів, при якій вони виділяються і звільняються з запитом програми в ході її виконання, легке та мобільне перенесення додатків в потрібну комірку пам'яті. Відсутність довгострокових контрактів і зобов'язань перед постачальниками послуг. Доступність з будь-якого комп'ютера по протоколам інтернет. Хоча, пересічному користувачеві, сучасні хмарні сервіси все ще важко уявити як альтернативу власним жорстким дискам, частіше вони, як сполучна ланка між домашнім комп'ютером і мобільним пристроєм. Тому виробники комп'ютерної техніки, намагаються долучити все більше число користувачів до хмарних сервісів, розробляючи зручні додатки для відпочинку і роботи. Ще одним, з численних переваг від використання Cloud Computing, особливо корисне для організації наукової роботи є можливість повного самообслуговування в підготовці до роботи, управління і завершення, організації своєї роботи, можливість доступу до документів, файлів з будь-якого комп'ютера, без прив'язки до певної системи. Ми можемо провести інтеграцію хмарних сервісів в наявну обчислювальну середу організації, без втрат часу, всього лише оформивши підписку у провайдера хмарного сервісу.

Забезпечення безперервності процесу і можливість швидкого відновлення після падіння сервісів або мережі на робочому підприємстві.

Якщо дані зберігаються в хмарі, їх копії автоматично розподіляються на декілька серверів, можливо знаходяться на різних континентах. При падінні сервісів або мережі користувач не втрачає цінну інформацію, яку він до того ж може отримати з будь-якого іншого комп'ютера. Хтось може заперечити, що резервне копіювання на інший персональний комп'ютер або на інші носії інформації, наприклад, DVD диски або флеш-накопичувачі, також захистить



дані. Але в останньому випадку треба врахувати два моменти. По-перше, за резервним копіюванням треба стежити і регулярно його виконувати. По-друге, дані методи не забезпечують фізичної безпеки, наприклад, від пожежі, крадіжки і т.д.

Незважаючи на очевидні переваги, саму концепцію хмарних технологій чимало критикують, причому з різних боків.

Головними недоліками Cloud Computing по відношенню до середовища єдиного інформаційного простору і до корпоративних користувачів є безпеку, контроль, нестабільність структури витрат, потенційне погіршення гнучкості бізнесу. Головні претензії пов'язані з безпекою - чи достатньо надійно захищені дані в хмарі і чи немає ймовірності того, що сам власник дата-центру вирішить скористатися довіреними йому даними. Найвища потреба в надійному широкопasmовий доступ в інтернет. Існує ряд менш очевидних проблем використання Cloud Computing:

Необхідність постійно вносити фіксовану щомісячну плату тоді як в разі програмного забезпечення, що працює на місцях, витрати спочатку є суттєвими, але потім відбувається амортизація. Нечітко визначена ситуація з програмними продуктами і ліцензіями, розташованими на сервері. Так, Cloud Computing є найменш прозорим шляхом надання зовнішніх послуг, управління такої системою може стати проблемним. Проблематика конфіденційності, це питання постійно вирішується серед головних вендорів хмарних обчислень. З іншого боку, якщо наукова організація все ж буде використовувати хмарні сервіси публічної або приватної хмари, то цей сервіс повинен в повній мірі відповідати вимогам конфіденційності організації єдиного інформаційного простору на підприємстві і забезпечувати виконання всіх правил і законів. Слід також враховувати, що, так званій, набір додаткових коштів управління, які можуть додаватися компанією, яка надає послуги, обмежений і не завжди дозволяє закрити прогалини в деяких публічних хмарних сервісах.

Однак, незважаючи на всі сумніви, майбутнє хмарних технологій має величезні перспективи розвитку. Доказом того, що це не тимчасове захоплення,

а новий шлях розвитку високих технологій, є наступний факт: три гіганти - Microsoft, Apple і Google пов'язують своє майбутнє з хмарними технологіями. Сьогодні ж переваги хмарних технологій можуть відчути навіть ті люди, які не пов'язані з розробкою програм, веб-технологій та іншими вузькоспеціалізованими речами.

## **1.8 Висновки до розділу 1**

У першому розділі дипломної роботи розглянуто сучасні тенденції розвитку хмарних систем. Проаналізовані підходи, що лежать в основі хмарних систем.

Проаналізовано головні варіанти надання обчислювальних потужностей, такі як SaaS, PaaS, IaaS та створена таблиця порівняння моделей хмарних служб.

Були визначені оптимальні моделі розгортання хмари та створена таблиця порівняння моделей розгортання хмари.

Розглянута архітектура хмарних систем моделі IaaS. Були виділені основні елементи вузлів в хмарній системі та описана обчислювальна інфраструктура хмарної системи.

Розібрані типи побудови гіпервізорів, виділені ключові відмінності.

Розглянуто віртуальні мережі на базі віртуалізації локальних взаємодій між віртуальними машинами.

Були визначені ключові переваги і недоліки використання хмарних технологій в організації єдиного інформаційного простору.

## 2 ПЛАНУВАННЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА АНАЛІЗУ ПОСЛУГ IaaS ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ

### 2.1 Межі керованості обіслювальних потужностей

На рисунку 2.1 видно, що найкращий для контролю всіх компонентів системи варіант це розгортання локальної інфраструктури (виділено фіолетовим). Тут ви можете контролювати все - від мережеских ресурсів до виконуючих програм. В іншому варіанті, моделі IaaS, ви можете керувати майже половиною від повного списку послуг, а саме: Виконавча коду, бази даних, безпеку і т.п. При використанні моделі PaaS, всі компоненти надаються як послуги з обмеженими можливостями керування ними. Це зроблено для того, щоб клієнту була доступна оптимально налаштована для його потреб платформа, яка не потребує додаткових настройках. У моделі SaaS клієнт не може нічого контролювати, йому надається лише крайовий продукт - програма, програмне забезпечення тощо.



Рисунок 2.1 - Межі керованості обіслювальних потужностей

## **2.2 Існуючі хмарні платформи**

### **2.2.1 Закриті комерційні хмари - гіганти**

Найбільш популярними є величезні публічні "хмари" від таких титанів ІТ-індустрії, як Google, Microsoft і Amazon. Ці продукти доступні кожному, хто готовий за них платити, і відрізняються дуже високою якістю, надійністю і швидкодією. Проте всі вони є закритими і не допускають розгортання за межами контрольованої їх власниками території. Не представляється ніякої можливості розгорнути подібну "хмару" на своєму власному обладнанні. Продукти даного класу запущені в єдиному екземплярі у вигляді глобального сервісу, доступного користувачам з усього світу. У їх архітектурі особливу увагу приділено апаратним особливостям обладнання, ретельно контролюється інфраструктура обчислювальних вузлів, використовується численне низькорівневе програмне забезпечення, написане спеціально для даних систем (наприклад, специфічні операційні і файлові системи). Все це обумовлює якісно інший рівень послуг, що надаються, в порівнянні з будь-якими іншими існуючими або створюваними продуктами. Яскравими представниками цього класу рішень є такі всесвітньо відомі продукти:

- Amazon Web Services (AWS);
- Google App Engine;
- Microsoft Windows Azure.

### **2.2.2 Платформи для розподілених обчислень**

Менш популярними, але також добре відомими є численні, в більшості своїй вільні (з відкритим вихідним кодом і вільною ліцензією), продукти для розгортання великих розподілених мереж на масових апаратних засобах. Такі обчислювальні мережі часто називають "приватними хмарами". Рішення даного класу дозволяють об'єднати безліч обчислювальних вузлів в єдину мережу для

подальшого запуску певних завдань в ній. Більшість з них націлені на виконання пакетних завдань, складених з запуску різних програм на вузлах і пересилання даних між ними, що обумовлює можливість використання таких коштів для вирішення широкого спектра завдань. Важливою особливістю подібних рішень є об'єднане захищене середовище, в якому виявляються та виконуються завдання. Доступ до даних і результатів обчислень строго обмежується відповідно до настройках системи. Однак такі системи не підтримують роботу з потоковими даними і не зручні для вирішення одного з найпоширеніших нині класу задач, а саме надання різних повсякденних і не дуже послуг численним користувачам. Для таких завдань найбільше підходять сервіс - орієнтовані рішення, в той час як розглядаючи платформи не дозволяють організувати поверх себе подібну архітектуру. Як приклад платформ для розподілених обчислень, можна навести такі продукти: Globus, UNICORE.

### **2.2.3 Спеціалізовані засоби для створення розподілених веб – сервісів**

Також існують спеціалізовані продукти для написання розподілених веб - сервісів. Тут варто зупинитися детальніше на питанні про те, в чому полягає розподіленість веб - сервісів. Будь-який веб - сервіс має на увазі множинність, в тому сенсі, що має місце запуск численних його примірників. Кожен такий екземпляр має всі можливості сервісу і здатний вирішувати відповідні йому завдання. Однак множинність ще не робить сервіс розподіленим. Під розподіленими веб - сервісами будемо розуміти наявність взаємодії між їх екземплярами. Наприклад, найпростіший сервіс-калькулятор, який складає числа, не є розподіленим. А сервіс веб-чату - є, так як його екземпляри знаходяться в активній взаємодії. Але повернемося до спеціалізованих засобів для створення розподілених веб сервісів. В основному вони представлені надбудовами над мовами програмування або ж самі є мовами програмування. В обох випадках, на рівні мови надаються вбудовані можливості до розподілу даних між екземплярами конкретного сервісу. Однак подібні продукти досить

слабо розвинені і надають дуже скупу функціональність для розробки затребуваних сервісів. Неможливість використання існуючої кодової бази і необхідність в більшості випадків писати веб-сервіс "з нуля" відштовхує потенційних розробників від подібних рішень і перешкоджає їх подальшому розвитку. Представниками даного класу є наступні продукти: Ora, Swarm.

Приклади сервісів, заснованих на хмарних технологіях:

1) iCloud. Хмарний сервіс iCloud від компанії Apple (що прийшов на зміну MobileMe), повністю автоматичний і безкоштовний (хоч і з невеликими функціональними обмеженнями). Він дозволяє зберігати всілякий контент (пошта, календар, контакти, документи, музика, відео і зображення і т.д.) на серверах, а потім доставляє його на всі пристрої (iPhone, iPad, iPod touch, Mac і PC) за допомогою бездротової технології Push.

2) Google Play. Хмарний сервіс під назвою Google Play від корпорації Google призначений для розміщення користувачами кінофільмів, музики, програм і книг на спеціальних серверах зберігання цифрової інформації. Доступ до сервісу надається безпосередньо з браузера, незалежно від ОС, а тому може здійснюватися як з ПК, так і з мобільних пристроїв на базі Android. У кожного користувача є можливість розмістити і зберігати до 20-ти тисяч музичних записів на безкоштовній основі, а також безпосередньо завантажувати на сервер придбані в магазинах (Android Market, Google Music і Google eBookstore) цифрові товари - кінофільми, електронні книги, програми, музичні треки, як куплені, так і взяті напрокат.

3) Xbox Live. Ігровий сервіс, який також надає багату інтернет-функціональність і має відношення до хмарних технологій. Суть сервісу в тому, що власники ігрових приставок Xbox 360 і КПК на базі Windows Phone 7, можуть грати один з одним в комп'ютерні ігри і спілкуватися, а також купувати доповнення і різний мультимедійний контент, в онлайн-магазині. Таким чином, сервіс створює якусь віртуальний всесвіт для геймерів, компоненти якого розташовані не на консолях кінцевих користувачів, а в хмарі.

## 2.3 Існуючі хмарні сервіси

Сервіс OnLive надає можливість грати в сучасні ігри навіть на самому простому комп'ютері. Технічно це виглядає наступним чином: сама гра розташовується на віддаленому сервері і там же проводиться обробка графіки, яка надходить на комп'ютер до користувача уже в «готовому» вигляді. Обчислення, які при звичайній грі на комп'ютері виконують відеокарта, процесор і пр, тут вже виконані на сервері, а комп'ютер користувача використовується лише як монітор, який отримує кінцеву картинку. Автоматично знімаються всі проблеми з продуктивністю комп'ютера і кількістю вільного місця на твердому диску, адже не потрібно навіть установка. Крім того, відпадає необхідність платити великі гроші відразу за продукт, можна платити тільки за той час, який використано або щомісячна невелика фіксована сума, що дозволяє грати без обмежень.

Google Docs (нині Google Диск). Безкоштовний онлайн-офіс, що містить текстовий, табличний редактори, програму для створення презентацій, а також Інтернет-сервіс хмарного зберігання файлів з функціями файлообміну. Це веб-орієнтований пакет програм, що працює в рамках веб-браузера без інсталяції на комп'ютер користувача, тобто альтернативна версія офісних програм без необхідності покупки. Документи і таблиці, що створюються користувачем, зберігаються на спеціальному сервері Google або можуть бути експортовані в файл. Доступ (захищений паролем) до даних може здійснюватися з будь-якого комп'ютера підключеного до Інтернету.

Microsoft Office Web Apps. Додатки Microsoft Office Web Apps, дозволяють використовувати можливості Microsoft Office, через веб-браузер і працювати з документами (переглядати та редагувати) безпосередньо на веб-сайті, на якому вони зберігаються. Документи виглядають в браузері як у відповідних програмах Office.

Обидва сервіси тісно взаємопов'язані з поштою (Gmail в першому випадку і Hotmail у другому) і файловими сховищами, тобто, щоб скористатися Google

Docs, досить завести безкоштовний акаунт Google і отримати набір програм для роботи з текстами, електронними таблицями тощо прямо в браузері. Для багатьох, Google Docs повністю замінив платний MS Office. Користувачі переходять зі звичного оффлайн-середовища в онлайн.

Dropbox. За допомогою хмарного сховища Dropbox можна зробити загальну папку з файлами для всіх комп'ютерних пристроїв користувача. Операційна система сприймає загальну папку, як і папки на твердому диску, а Dropbox виконує синхронізацію. Сервіс дозволяє безкоштовно зберігати до 2 Гб даних. Головний акцент у ньому робиться на синхронізації і обміні інформацією. Dropbox веде історію завантажень, щоб після видалення файлів з сервера була можливість відновити дані, плюс ведеться історія зміни файлів, яка доступна на період останніх 30 днів.

Windows Live SkyDrive. Сервіс SkyDrive дозволяє зберігати до 7 ГБ інформації у впорядкованому за допомогою стандартних папок вигляді, обмін файлами до 100 МБ. Для зображень передбачено режим попереднього перегляду, а також можливість показати їх у вигляді слайдів. Сервіс інтегрований з Microsoft Office, він також підтримує нову операційну систему Windows 8 (клієнт SkyDrive вбудований в додатки Metro і дозволяє завантажувати в «хмару» документи і фотографії за один клік, відкривати файли з віддаленого сховища).

Безкоштовний антивірус Panda Cloud Antivirus Panda заснований на інноваційній технології «колективного інтелекту» (яка автоматично виявляє нові загрози за мінімальний проміжок часу) і дозволяє звести до мінімуму вплив захисту на системні ресурси комп'ютера, використовуючи обчислювальну потужність хмарних технологій для більшості операцій: аналіз, блокування та спроби видалення шкідливого ПЗ. Сервери антивіруса використовують інформацію, отриману від мільйонів користувачів антивірусних продуктів Panda по всьому світу, для автоматичного виявлення і класифікації нових видів шкідливих програм, що з'являються щодня.

Отже, хмара - це можливість завжди мати гарантований і безпечний доступ до особистої інформації, а також відійти від необхідності тримати багато зайвих



речей (флешок, дисків, проводів) або купувати новий комп'ютер, комплектуючі, програми, ігри тощо. Безсумнівно, що на даний момент, хмарні технології є однією з найбільш затребуваних і цікавих тем в ІТ-сфері та все більше цікавих рішень, що з'являються у світі, пов'язано саме з ними.

Звичайно, пересічному користувачеві поки складно повною мірою оцінити (і розкрити) весь потенціал, але, поза всяким сумнівом, майбутнє хмарних технологій представляється досить райдужним, бо такі гіганти (Microsoft, Apple і Google) зайшли на цю територію і явно не збираються з неї йти. Ще кілька років тому концепція «хмара» здавалася лише красивою ідеєю і сміливим експериментом, а сьогодні переваги хмарних технологій можуть відчути навіть люди, які не пов'язані з розробкою програм, веб-технологіями та іншими вузькоспеціалізованими речами (вищезгадані Xbox Live, Windows Live, OnLive, Google Docs - яскраві тому приклади).

## **2.4 Порівняльна характеристика платформ управління IaaS хмарами**

Хмарні сервіси провайдерів розгортаються на базі готових платформ. Проведемо порівняння можливостей ряду найбільш поширених платформ.

### **2.4.1 Платформа Cloudstack**

Cloudstack - це консоль управління обчислювальними ресурсами приватної інфраструктури. На цій платформі побудовані інфраструктури таких великих компаній як Zynga, Nokia Research Center, Cloudcentral. Розвиток проекту здійснюється з підтримкою компанією Citrix. Платформа має свій API, який дозволяє налаштовувати та інтегрувати її з наявною інфраструктурою, а за допомогою перехідника CloudBridge Amazon EC2 можна конвертувати Amazon API в Cloudstack API. Основні особливості платформи:

- одночасна підтримка різних гіпервізорів (KVM, XEN, ESXi, OVM, BareMetal);

- ролі для користувачів;
- віртуальна мережа;
- пул ресурсів;
- світлини стану VM (snapshots);
- віртуальні маршрутизатори, фаєрволи, балансувальник навантаження;
- live Migration (міграція працюючих VM без переривання обслуговування).

При роботі з гіпервізором ESXi платформа використовує vCenter API. Це істотно полегшує впровадження платформи в наявну інфраструктуру побудовану на VMware.

Зараз Cloudstack безкоштовний і поширюється під ліцензією GNU Public License Version 3. Існує варіант підписки з платної підтримкою.

Проблеми, що виникли під час встановлення платформи можна вирішити, звернувшись до товариства на офіційний форум. Так само, існує канал в IRC, в якому так само можна отримати бажані відповіді.

Важливою частиною всіх продуктів є документація. Від її чіткості і охоплення залежить легкість входу користувача в цю технологію. Чим простіше і зрозуміліше документація, тим більше шансів, що платформу зможе налаштувати зацікавлена особа. Маючи певний досвід, можна без проблем провести просту інсталяцію платформи, чого достатньо для ознайомлення. Складна інсталяція та планування архітектури займе більше часу, так як в документації розкриті в повному обсязі особливості. Вона зроблена в стилі step by step і не описує, особливості роботи самої платформи. Частина знань можна отримати тільки після реального використання платформи протягом певного часу.

Cloudstack - досконала консоль управління інфраструктурою, володіє широким функціоналом. Консоль безкоштовна і розвивається швидкими темпами. Її без проблем можна впровадити в уже існуючу інфраструктуру, але в

разі використання тільки гіпервізора ESXi, найкращим варіантом буде скористатися vCloud Director. [6]

### **2.4.2 Платформа Eucalyptus**

Eucalyptus - наступна розглянута нами платформа для побудови хмар. Свої приватні хмари, побудували на цій платформі, такі великі компанії як: Sony, Puma, NASA, і Trend micro. Eucalyptus випускається в двох редакціях, платній і безкоштовній, функціонал яких сильно відрізняється. Основною перевагою, яким володіє Eucalyptus є повна сумісність його API з Amazon API. Що означає, що всі скрипти і програми, що працюють з Amazon API, можуть бути безболісно перенесені в приватну хмару, побудовану на платформі Eucalyptus. Система підтримує 3 гіпервізора: XEN, KVM, ESXi. Останній (ESXi) підтримується тільки в Enterprise версії. Основні переваги:

- ролі для користувачів;
- одночасна підтримка різних гіпервізорів;
- поділ на кластери і зони;
- гнучкість управління мережею, ізоляція трафіку, групи безпеки.

Продукт забезпечений документацією по установці, але вона не покриває повністю всі аспекти роботи. Передбачається, що людина, яка встановлює систему має значний досвід. До документації не відносяться налаштування самої віртуалізації або відмінності від стандартної схеми. Це означає, що при встановленні більш складної конфігурації залишається покладатися тільки на свою компетентність. [7] Безкоштовна версія Eucalyptus неактивно розвивається, чого не можна сказати про комерційну версію.

### **2.4.3 Платформа vCloud Director**

VCloud Director - платформа для побудови хмар від VMware. Якщо вся інфраструктура побудована на продуктах VMware, найкращим рішенням стане

впровадження vCloud Director. Ця система дозволяє будувати дійсно гібридні хмари. За допомогою VMware vCloud Connector можна здійснювати міграцію своїх віртуальних машин між публічними і приватними частинами хмари.

Основні особливості:

- віртуальні датацентри;
- технології забезпечення безпеки vShield;
- каталог служб інфраструктури;
- портал самообслуговування;
- VMware vCloud API, віртуальні машини в форматі Open Virtualization

Format.

Платформа vCloud Director комерційна, всі клієнти мають підтримку після покупки. За ціною необхідного пакета можна звернутися до регіональних представників. VMware є лідером ринку і має дуже широку аудиторію користувачів, які формують велике співтовариство, постійно поповнює базу знань, яка може допомогти вирішити проблеми без звернення в службу підтримки. [8]

#### **2.4.4 Платформа Openstack**

Openstack - платформа для побудови хмарних інфраструктур з відкритим вихідним кодом. У проект Openstack входить 3 продукту: Nova (Аналог Amazon EC2), Swift (аналог Amazon S3), Glance (сервіс для надання образів). Розглянемо першу його частину. На даний момент, Nova підтримує в повній мірі 2 гіпервизора: KVM і XEN. Платформа швидко розвивається набирає великий функціонал, маючи велике співтовариство і підтримку з боку таких корпорацій як: Cisco, Dell, NASA, Intel, AMD, Citrix, Rackspace, Rightscale. Основним ядром Openstack став продукт Nebula, розроблений NASA. Основні особливості:

- управління ресурсами віртуальних серверів;
- управління віртуальними мережами;

- управління образами віртуальних машин;
- групи безпеки;
- контроль доступу, заснований на ролях;
- проекти та квоти;
- проксінг VNC каналів в веб браузер.

Продукт повністю безкоштовний, з відкритим початковим кодом. В Openstack, з усіх розглянутих в цьому розділі платформ, найбільша и активна спільнота. З причини активного розвитку продукту з ним часто виникають проблеми, які вирішуються на рівні спільноті. Швидкий розвиток так само позначається и на документації, яка просто не встигає оновлюватися. [9]

## 2.5 Порівняння можливостей систем управління інфраструктурами

У таблиці 2.1 наводиться порівняння функціоналу, розглянутого в цьому розділі, систем управління. З таблиці видно, що найбільш універсальною и повнофункціональною - безкоштовна система CloudStack.

Таблиця 2.1 - Порівняння можливостей систем управління інфраструктурами

Можливості	Cloudstack	Eucalyptus	Openstack	vCloud Director
Інтеграція з AD	+	-	-	+
Консоль управління	+	Тільки в платній версії	+	+
Веб доступ до консолі віртуальних машин	+	Тільки для KVM	+	+
API	+	+	+	+
Multi-role	+	+	+	+

## Закінчення таблиці 2.1

Можливості	Cloudstack	Eucalyptus	Openstack	vCloud Director
VLAN	+	+	+	+
Гіпервізори	KVM, XEN, ESXi, OVM, BareMetal	KVM, XEN, ESXi(Тільки для комп. версії)	KVM, XEN	ESXi
Простий процес створення шаблонів	+	-	-	+
Снепшот	+	+	+	+
Тривоги і повідомлення	+	-	-	+
Обсяги (Volumes)	+	+	+	+
Підтримка гостьових ОС	Як у гіпервізора	linux	Як у гіпервізора	Як у гіпервізора
Live migration	+	-	-	+
Безкоштовність	+	+/-	+	-
Сумісність з Amazon API	+	+	+	-
Rightscale	+	+	+	+
High Availability components	+	+	-	+
Складність впровадження	-	+	+	-

## 2.6 Порівняльна характеристика послуг провайдерів сервісу IaaS

Для вибору набору послуг, пропонує провайдерами IaaS, необхідно чітко розуміти для яких цілей, потужностей і обсягу підприємств потрібно даний сервіс. Крім цього, для адекватного вибору також потрібно уявлення про функціональні можливості та умови, на яких різні фірми надають дані сервіси.

### 2.6.1 Огляд провайдерів обраних для експерименту

Для даного порівняння ми звернемо увагу на провайдерів IaaS, послуги яких можуть бути куплені в онлайн без укладення контракту.

Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) - це веб-сервіс, який забезпечує безпечну та мінливу обчислювальну потужність у хмарі. Він призначений для спрощення хмарних обчислень в Інтернеті для розробників. Простий інтерфейс веб-служби Amazon EC2 дозволяє отримувати та налаштовувати потужність з мінімальними проблемами. Він надає вам повний контроль над вашими обчислювальними ресурсами і дозволяє вам працювати в перевіреному обчислювальному середовищі Amazon.

За допомогою EC2 можна:

- створити Amazon Machine Image (AMI), який буде містити ваші програми, бібліотеки, дані і пов'язані з ними конфігураційні параметри. Або використовувати заздалегідь налаштовані шаблони образів для роботи;
- завантажити AMI в Amazon S3. Amazon EC2 надає інструменти для зберігання AMI. Amazon S3 забезпечує безпечне, надійне і швидке сховище для зберігання образів;
- використовувати Amazon EC2 Веб-сервіс для настройки безпеки і мережевого доступу;
- вибирати тип (и) операційної системи, який вам необхідний, запустити, завершити, або контролювати кілька AMI в міру необхідності, використовуючи API Веб-сервісу, або різних інструментів управління, які передбачені;

- визначити необхідність працювати в декількох місцях, використовувати статичний IP або інші варіанти;
- платити тільки за ресурси, які ви збираєтеся споживати, такі як час або передача даних.

Bit Refinery - це корпоративний постачальник хмарних обчислень, який пропонує як державні, так і приватні хмари компаніям різних розмірів. Компанія з IT-рішень, що базується в Денвері, була заснована в 1996 році і співпрацює з бізнесом, серед яких Digital Fortress, Cloudera та Fortrust. Bit Refinery має центри обробки даних, що охоплюють США, а також одне місце в Англії. Bit Refinery також забезпечує виділені приватні мережеві шляхи до своєї хмари.

Cloud Infrastructure як постачальник послуг Bit Refinery запустив Disaster-Recovery-as-a-Service. Націлене на надання бізнесу послуг хмарного відновлення в режимі реального часу, щоб допомогти їм захистити виробничі додатки з мінімальними витратами, нове рішення забезпечується Zerto Virtual Replication, рішенням на основі гіпервізора Zerto.

Зовсім недавно Bluelock також запустив рішення для відновлення як послуги на базі Zerto Virtual Replication.

Ця нова пропозиція робить хмарний DR більш життєздатним для численних організацій, оскільки тепер він простіший та доступніший, ніж будь-коли раніше.

Оскільки згадана вище технологія Zerto є лише програмною та апаратно-агностичною, компанії можуть використовувати DR-as-a-Service Bit Refinery для реплікації з будь-якого типу сховища на будь-який тип сховища.

На даний момент Bit Refinery пропонує чотири варіанти реплікації хмарних даних:

- реплікація Zerto у реальному часі;
- реплікація VMware™ SRM (диспетчер відновлення сайтів);
- реплікація Veeam;
- хмарне зберігання.



На додаток до реплікації даних, нова послуга DR також захищає від логічних помилок та забезпечує відновлення програм шляхом частого тестування відмов.

Go Daddy приватна американська компанія, що переважно надає послуги хостингу та реєстрації доменних імен для малого бізнесу та приватних осіб. Компанія є найбільшим у світі реєстратором доменних імен.

GoDaddy Group підтримує близько 30 мільйонів доменних імен у найбільших доменних зонах першого рівня, включаючи .com, .org, .net, .biz, .info.

GoGrid - це хмарна інфраструктура обслуговування і хостингу Linux і Windows віртуальних машин. Структура управляється за допомогою декількох серверів на панелі управління і RESTful API.

GoGrid дозволяє компаніям оцінювати і працювати з декількома віртуальними машинами, на вимогу виконувати роботу швидко, надійно, і безпечно, а так само економічно ефективно за допомогою хмарного сховища. Будучи лідером в області керованих хмарних сховищ і виділеного хостингу, GoGrid має більш ніж десятирічний досвід роботи обслуговуючого бізнесу по всьому світу, надаючи рішення і послуги для управління та інтеграції з відкритим вихідним кодом, комерційних і фірмових технологій на різних платформах. З більш ніж 15 000 клієнтів і більше 600 000 віртуальних розгорнутих машин, GoGrid є основою хмарної інфраструктурою для таких компаній, як Conde Nast, Merkle і Preventice.

Hosting.com - це компанія, що працює з 1997 року. Компанія пропонує рішення для гібридного хостингу, хмарного хостинг, виділеного хостинг, керованого хостинг, аварійне відновлення та підтримку бізнесу для своєї глобальної клієнтури. Штаб-квартира компанії знаходиться в Денвері, штат Колорадо, і вона підтримує центри обробки даних в Ірваїні, штат Каліфорнія; Луїсвілл, штат Кентуккі; Ньюарк, штат Нью-Джерсі; та Сан-Франциско, Каліфорнія.

Мета компанії - забезпечити рішення для клієнтів Always On. Він здійснює моніторинг, управління та вдосконалення веб-платформ компаній Web 2.0, постачальників програмного забезпечення як послуг (IaaS).

Послуги Hosting.com поділяються на чотири категорії, які включають послуги платформи (хмарний, виділений, колокаційний та гібридний хостинг), керовані служби (зберігання та захист даних, мережа, моніторинг, виправлення та безпека), прикладні послуги (реєстрація доменів, хостинг Microsoft Exchange), Microsoft SharePoint 2010 та SmarterTools) та професійні послуги (міграція та розумні руки).

NephoScale розробив хмарне розповсюдження програмного забезпечення на базі NephOS OpenStack. NephOS - єдине на сьогоднішній день рішення на базі OpenStack, що працює на базі багатoproфільних постачальників послуг під ключ. Для створення хмар із NephOS не потрібні експерти OpenStack. Завдяки власній технології автоматизованої технології "Brewer" від NephoScale один адміністратор системних лінійних систем може встановлювати, модернізувати, масштабувати та керувати загальнодоступними, приватними та гібридними хмарами.

NephOS - це ідеальне рішення для партнерів каналу, які хочуть самостійно розгорнути державні та приватні хмари, що орендують багато користувачів, щоб створити власну екосистему хмар.

Запатентована технологія автоматизованого зворотного зв'язку NephoScale була розроблена для вирішення важливих проблем, що існують з OpenStack. NephoScale розкриває потенціал OpenStack. Метою NephoScale завжди було надання хмарних рішень, які виходять за рамки можливостей OpenStack, і перетворюють їх на легко розгортається, але дуже масштабоване хмарне рішення. Разом із NephOS і Brewer можна розгорнути хмари, що базуються на OpenStack, за кілька годин, а не за місяці чи роки, як конкуренція.

Найбільший гравець на молодому ринку хмарних обчислень - компанія OpSource вирішила дещо урізноманітнити підхід до продажу хмарних послуг. Фірма збирається надавати такі сервіси разом з додаванням опцій по інтеграції

нових апаратних захисних рішень і мережевих доповнень для своїх серверів. Зокрема за тією ж ціною, хмарний продукт Cloud Servers буде оснащуватися додатковим захистом від Cisco, яка дає можливість клієнтам ефективно налаштовувати бар'єри на шляху зломщиків і хакерів, які бажають отримати несанкціонований доступ до інформації. Подібний підхід повинен надати користувачам хмарних сервісів і провайдерам таких послуг більше гнучкості і надійності в роботі.

Rackspace Cloud це набір продуктів та послуг з хмарних обчислень, оплата за які відбувається в залежності від використання ресурсів. Сервіс представлений від американської компанії Rackspace. Пропозиції включають хостинг веб-застосунків або платформу як послугу Cloud Sites, хмарні сховища Cloud Files, віртуальний виділений сервер Cloud Servers, засоби балансування навантаження, бази даних, резервне копіювання та моніторинг.

ReliaCloud FLEX - це IT-хмарна інфраструктура корпоративного класу як платформа сервісу (IaaS), придатна для рішень, які потребують безпечної та сумісної операційної системи, а також приватної хмари, що складається з виділеного кластера гіпервізорів для одного орендаря.

З ReliaCloud FLEX ви отримуете:

- приватне обчислювальне середовище на нашій високонадійній та гнучкій інфраструктурі;
- ціноутворення, яке масштабується передбачуваним чином із кроком в 1 ГБ на основі щомісячного використання;
- високодоступна архітектура;
- приватні кластерні лопаті, які автоматично масштабуються без необхідності втручання на основі заздалегідь визначеного порогу потужності;
- гіпервізор VMware, ліцензування включає доступ до vCenter;
- ліцензування Microsoft Windows Server;
- управління обладнанням OneNeck та гіпервізор VMware.

Softlayer - це набір служб хмарних обчислень для бізнесу, пропонованих компанією з інформаційних технологій IBM. Він поєднує платформу як послугу (PaaS) з інфраструктурою як послугу (IaaS). Платформа масштабує та підтримує як невеликі команди розробників та організації, так і великі підприємства. Він глобально розміщений у центрах обробки даних по всьому світу. Основними конкурентами IBM на ринку хмарних обчислень є Amazon Web Services, Microsoft Azure і Google Cloud Platform.

Компанія Terremark Worldwide, основними напрямками якої є послуги з розміщення клієнтського обладнання в своїх центрах обробки даних (co-location) і хмарні сервіси, готується до розширення площ ЦОД і може з цієї причини заявити про себе на кредитному ринку. Мануель Медіна (Manuel Medina), голова і генеральний директор Terremark, заявив на щоквартальній нараді по доходах, що користуються великим попитом на послуги компанії допоможе збільшити площі центрів обробки даних Terremark.

Сформовано список з 11 компаній, від великих і відомих до маленьких, які нещодавно вийшли на ринок.

### **2.6.2 Критерії хмарних обчислень для проведення експерименту**

Для порівняння необхідно ввести деякі критерії, які змогли б відобразити важливі аспекти хмарних обчислень, такі як гарантія скорочення витрат і економія на масштабуванні, рівень сервісу, гнучкість в конфігурації серверів і цікаві для користувачів моменти типу безпеки, надійності і підтримки. В результат було виділено 15 критеріїв:

1 План оплати (Pricing). Провайдери пропонують плани оплати типу –плати по факту використання (зазвичай в погодинному режимі), членські знижки (коли користувач отримує знижку на послуги в обмін на річне обслуговування) або комбінацію. Чим більше опцій - тим краще, однак модель оплати типу плати по факту використання є найбільш цікавою окремою опцією, оскільки надає

гнучкий контроль над використанням. Будемо розглядалися тільки найбільш помітні плани оплати.

2 Середньомісячна ціна (Average Price / Month (US \$)). Орієнтовна вартість в доларах за хмарний сервер з 1 CPU, 2GB RAM (або хороші аналоги), усереднена для датацентрів і серверів Windows / Linux. При доступній інформації погодинна оплата розраховувалась на основі 730 годинного місяця. Інакше використовувалася місячна ціна, виключаючи ціни за передачу трафіку.

3 Service Level Agreement (SLA). Угоди по рівню сервісу (не залежно від попередньої продуктивності) в процентах.

4 Кількість датацентров (Datacenters). Кількість дата центрів, які використовуються для підтримки хмарних серверів.

5 Сертифікації (Certifications). У тому випадку, якщо вендор має різні сертифікати безпеки і надійності типу PCI або SAS 70.

6 Вертикальне масштабування (Scale Up). По можливості вертикальне масштабування виконується додаванням більшої кількості пам'яті, CPU і обсягу сховищ.

7 Горизонтальне масштабування (Scale Out). Швидке розгортання нових серверів.

8 Підтримка обслуговування користувачів (Support). Пропонується трирівнева суб'єктивна шкала оцінювання:

– poor (погано) - компанії, що надають безкоштовну підтримку тільки он-лайн (форуми і т.д.), інша підтримка повинна оплачуватися;

– average (середньо) - компанії, що надають один тип 24x7 підтримки безкоштовно (телефон або он-лайн чат) та форуми;

– extensive (високо) - компанії, що надають набір пропозицій, включених в базову ціну.

9 Моніторинг (Monitoring). Пропонується трирівнева суб'єктивна шкала оцінювання:

– poor (погано) - компанії без інтегрованих рішень моніторингу, сповіщення. Необхідно розгортання сторонніх інструментів або покупка додаткових послуг;

– average (середньо) - компанії з дуже простим набором простих інтегрованих засобів (кілька індикаторів або без оповіщення);

– extensive (високо) - компанії з повноцінними безкоштовними інтегрованими засобами моніторингу.

10 API. Чи є API для взаємодії з серверами чи ні.

11 Free Tier. Наявність безкоштовної пробної версії, яку клієнт зміг би використовувати для тестування роботи з сервісом.

12 Підтримувані ОС. Кількість підтримуваних операційних систем незалежно від версії, доступних у вигляді налаштованих образів.

13 Різноманітність шаблонів (Instance Types). Кількість різних конфігурацій серверів. Деякі провайдери пропонують повністю налаштовуванні сервера в термінах CPU (позначені як «конфігуруються», «configurable»).

14 Вартість вихідного трафіку (Data Transfer out (/GB)). Вартість в доларах за кожний гігабайт вихідного трафіку. Компанії, що надають безкоштовний вихідний трафік, мають значення ціни 0.

15 Вартість вхідного трафіку (Data Transfer in (/GB)). Вартість в доларах за кожний гігабайт вхідного трафіку. Компанії, що надають безкоштовний вхідний трафік, мають значення ціни 0.

Виходячи із загальних критеріїв оцінки ми можемо провести експериментальний аналіз та порівняльну характеристику провайдерів по наданим послугами.

## **2.7 Висновки з розділу 2**

В другому розділі дипломної роботи розглянуто та продемонстровано межі керованості обчислювальних потужностей. Розібрані існуючі хмарні платформи. Проаналізовано головні комерційні хмари – гіганти. Було розглянуто платформи

для розподілених обчислень та розібрані спеціалізовані засоби для створення розподілених веб – сервісів. Розглянуто існуючі хмарні сервіси. Розібрані порівняльні характеристики платформ управління IaaS хмарами. Була складена порівняльна характеристика послуг провайдерів сервісу IaaS Був проведений огляд провайдерів обраних для експерименту. Були визначені оптимальні критерії хмарних обчислень для проведення експерименту.

## **3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ НАДАНИХ ПОСЛУГ IaaS ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА ФОРМУЛЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ**

### **3.1 Аналіз результатів експерименту**

**Ціноутворення.** Провайдери розділились на дві найбільш помітні плани сплат (плата по факту використання, щомісячна плата).

Плата по факту використання: Amazon EC2, GoGrid, Nephoscale, OpSource, Rackspace, Softlayer, Terremark.

Щомісячна оплата: BitRefinery, GoDaddy, Hosting.com, GoGrid, OpSource, ReliaCloud, Softlayer.

На базі отриманих результатів можна зробити логічний висновок, чим більша ваша компанія та її потреби тим краще розглядати варіанти з помісячною оплатою.

**Середня ціна за місяць.** Орієнтовна вартість в доларах за хмарий сервер з 1 CPU, 2GB RAM (і хороші аналоги), усереднена для датацентрів і серверів Windows / Linux. При доступній інформації погодинна оплата розраховувалася на основі 730 годинного місяця. Інакше використовувалася місячна ціна, включаючи ціни за передачу трафіку.

На рисунку 3.1 можна побачити результати експерименту.





Рисунок 3.1 – Порівняння цін за послуги провайдерів

На основі отриманих результатів можна виділити двох найбільш дорогих провайдера – це GoGrid та Hosting.com, а також двох найбільш дешевих – GoDaddy та Rackspace.

**SLA або угоди по рівню сервісу.** В даному критерії порівняння майже всі провайдери показали сто відсотковий показник, окрім Softlayer дані яких, не було знайдено.

**Кількість дата центрів.** На рисунку 3.2 можна побачити діаграму порівняння кількості дата центрів.

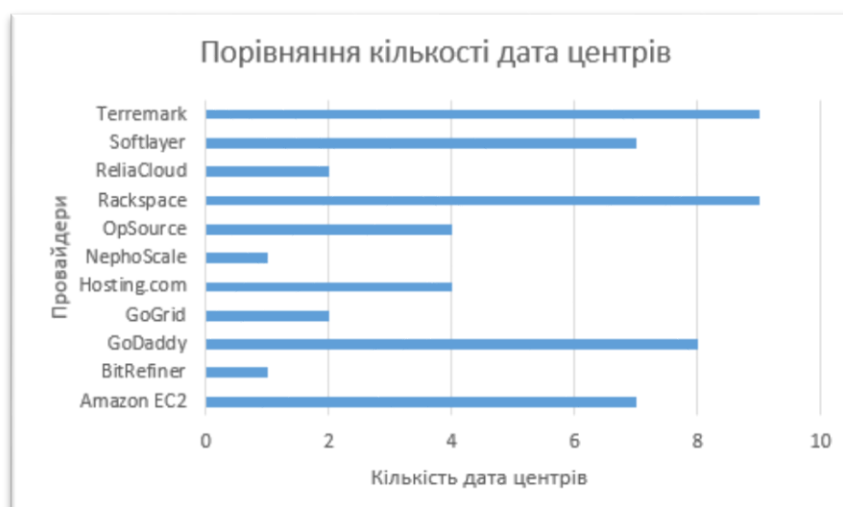


Рисунок 3.2 – Порівняння кількості дата центрів

За допомогою діаграми можна зробити висновок, що провайдери Terremark, Rackspace є лідерами за кількістю дата центрів серед представлених компаній.

**Сертифікація.** Позитивна оцінка ставилась на підставі наявності сертифікатів безпеки і надійності типу PCI або SAS 70.

З представлених провайдерів відповідних сертифікатів безпеки і надійності немає: GoDaddy, GoGrid, Nephoscale.

**Вертикальне масштабування.** Експеримент проводився на підставі можливості додавання більшої кількості пам'яті, CPU і розширенню об'єму сховищ.

Зробивши висновки можна побачити, що такі провайдери як: BitRefinery, GoGrid, Hosting.com, Nephoscale, OpSource, Rackspace, Terremark підтримують можливість вертикального масштабування.

**Горизонтальне масштабування.** На підставі експерименту, швидке розгортання нових серверів підтримують такі провайдери: Amazon EC2, BitRefinery, GoDaddy, GoGrid, Hosting.com, Nephoscale, OpSource, Rackspace, ReliaCloud, Softlayer, Terremark.

**Сервісна підтримка.** Експеримент підтримки обслуговування користувачів оцінювався завдяки суб'єктивній шкалі оцінювання де Poor – погано, Average – середнє, Extensive – високо.

На базі проведеного експерименту можна зробити висновки, що найкраще себе показали та надали професійну експертну підтримку такі провайдери: BitRefinery, GoDaddy, Hosting.com, OpSource, Rackspace. Середню якість обслуговування надали: Nephoscale, ReliaCloud. Найгіршими в даній категорії оцінювання виявились: Amazon EC2, Softlayer, Terremark.

**Моніторинг.** Експеримент засобів моніторингу проходився завдяки суб'єктивній шкалі оцінювання де Poor - компанії без інтегрованих рішень моніторингу сповіщення. Необхідно розгортання сторонніх інструментів. Average- компанії з дуже простим набором простих інтегрованих засобів (кілька індикаторів або без оповіщення). Extensive - компанії з повноцінними безкоштовними інтегрованими засобами моніторингу.

Оцінку «Poor» отримали провайдери: BitRefinery, GoDaddy, GoGrid, Nephoscale, ReliaCloud, Terremark.

Оцінку «Average» отримали провайдери: Hosting.com, OpSource.

Оцінку «Extensive» отримали провайдери: Amazon EC2, OpSource, Softlayer.

**Наявність API.** Наявність можливості взаємодії з серверами важлива складова порівняння провайдерів. Експеримент проводився завдяки суб'єктивній шкалі оцінювання де: None – зовсім немає, Average – компанії з дуже простим набором можливостей внутрішньої API, Extensive – компанії з повноцінним безкоштовним API.

Провайдери Amazon EC2, Nephoscale, OpSource, Rackspace, Extensiv показали оцінку «Extensive». Провайдери GoGrid, ReliaCloud, Terremark показали оцінку «Average». Провайдери BitRefinery, GoDaddy, Hosting.com взагалі не мають можливості взаємодії з сервером за допомогою API.

**Безкоштовна версія.** Експеримент проводився на наявність у провайдера безкоштовної версії для тестування роботи з сервісом. Єдиним провайдером який забезпечую користувачів безкоштовною версією виявився Amazon EC2.

**Кількість доступних ОС.** Експеримент проводився на кількість підтримуваних операційних систем не залежно від версій. На рисунку 3.3 можна побачити кількість ОС доступних у різних провайдерів.

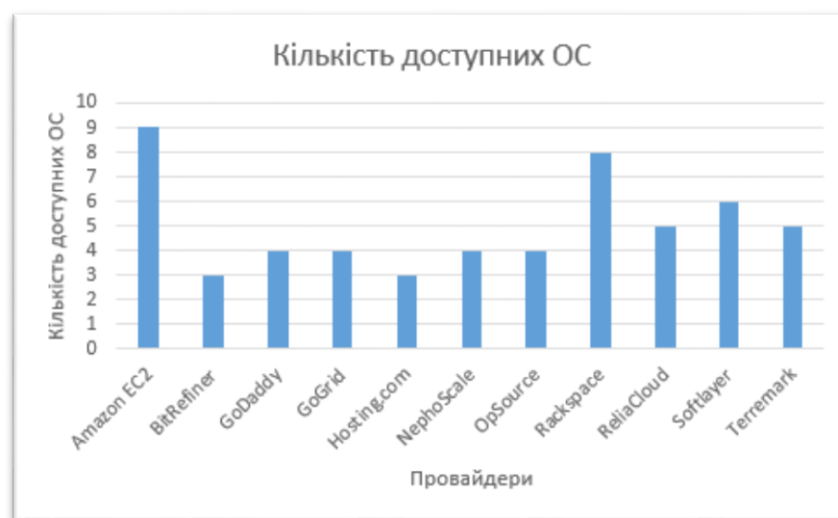


Рисунок 3.3 – Результат експерименту на кількість доступних ОС

На підставі діаграми можна зробити висновки, що найбільшу кількість ОС надають провайдери Amazon EC2, Rackspace.

**Кількість конфігурованих серверів.** В експерименті досліджувалась кількість різних конфігурацій серверів. Деякі провайдери пропонують повністю конфігуровані сервера, в таблиці 3.1 вони позначені як configurable.

Таблиця 3.1 - Кількість конфігурованих серверів

Провайдери	Кількість конфігурованих серверів
Amazon EC2	12
BitRefiner	configurable
GoDaddy	5
GoGrid	1
Hosting.com	configurable
NephoScale	6
OpSource	configurable
Rackspace	8
ReliaCloud	5
Softlayer	13
Terremark	configurable

**Вартість вихідного трафіку.** Експеримент визначав вартість, в доларах, кожного гігабайту вихідного трафіку. Компанії, що надають безкоштовний вихідний трафік, мають значення ціни 0.

На рисунку 3.4 представлена діаграма вартості одного гігабайту вихідного трафіку.



Рисунок 3.4 – Вартість вихідного трафіку

На підставі діаграми можна зробити висновок, що провайдер GoGrid продає вихідний трафік найдорожче, а провайдери BitRefinery, GoDaddy, Hosting.com не мають ціни на вихідний трафік.

**Вартість вхідного трафіку.** Експеримент визначав вартість, в доларах, кожного гігабайту вхідного трафіку. Компанії, що надають безкоштовний вхідний трафік, мають значення ціни 0.

На рисунку 3.5 представлена діаграма вартості одного гігабайту вхідного трафіку.



Рисунок 3.5 – Вартість вхідного трафіку

На підставі діаграми можна зробити висновок, що провайдер Terremark єдиний з провайдерів який бере плату за вхідний трафік.

### **3.2 Висновки до проведених експериментів**

В додатку А представлена таблиця з результатами всіх експериментів на підставі яких були зроблені висновки та написані практичні рекомендації. А також більш детально розібраний кращий провайдер Amazon EC2.

### **3.3 Сервіси компанії Amazon**

Розглянемо більш докладно сервіси найвідомішого провайдера хмарних технологій - Amazon.

Amazon Web Services (AWS) являє собою конструктор, з якого можна зібрати будь-яку розподілену мережеву інфраструктуру. Крім цього Amazon надає перший рік користування сервісом безкоштовно, при умови, що ви не перевищете лімітів сервісу (при перевищенні доведеться оплачувати за звичайним тарифним планом). Цілком достатньо, щоб спробувати хмарний хостинг безкоштовно. AWS дуже зручний при необхідності розгортати багато однакових екземплярів об'єктів. Безкоштовний пакет AWS Free Usage Tier включає в себе:

- EC2 (екземпляри об'єктів - віртуальні машини ОС)
- 750 годин використання віртуальної машини з Linux або Windows Server (613 Мб ОЗУ, 32 бітна або 64-бітна платформа) – достатня кількість годин для роботи екземплярів об'єктів щомісяця
- 750 годин Elastic Load Balancer плюс 15 Гб обробки трафіку
- 30 Гб Amazon Elastic Block Storage, плюс 2 мільйони операцій введення / виводу і 1 Гб для зберігання снєпшотів.
- 15 Гб трафіку S3 (файлове сховище)

- 5 Гб Amazon S3 стандартного сховища, 20000 Get запитів і 2000 Put запитів Relational Database Service (служба реляційних баз даних, RDS)
- 750 годин сервісу для запуску MySQL, Oracle BYOL або SQL Server
- 20 Гб сховище бази даних
- 10 мільйонів операцій введення / виводу
- 20 Гб сховище для автоматичного резервного копіювання вашої бази даних і можливістю створити снєпшоти бази даних.

На Amazon є калькулятор для розрахунку споживання послуг, що надаються. Є три типи тарифів: on-demand, spot, reserved. On-demand - це звичайний VPS на віртуалізації Xen. Spot - це те ж саме, що on-demand, тільки не гарантується такий же високий uptime. Spot працює, поки ціна, яку ви запропонували, вище середньої ціни за цей же екземпляр об'єкту. А reserved це знижка при довгому користуванні екземплярами об'єктів on-demand, яку можна придбати. Умовно кажучи, якщо ви довгий час використовуєте on-demand екземпляри об'єктів за 23 долари, то щоб перейти на тариф reserved і платити по 12 доларів в місяць потрібно заплатити 50 одноразово.

Крім цього варто згадати про глобальну інфраструктуру Амазону, а саме про велику кількість дата-центрів в різних частинах світу. Тобто на Амазон можна отримати пристойні швидкість і пінг практично з будь-якої точки світу.  
[10]

### **3.4 Практичні рекомендації**

Технічна складність міграції. Це основний ризик проекту. Щоб його уникнути, готуйте детальні плани міграції, залучайте в процес розробників ПЗ, тестуйте кожен крок, уникайте точок неповернення в планах.

Канали передачі даних. Якщо немає каналу - немає і самої хмари. Вимагайте від операторів детальних планів з щотижневими статусами.

Залежність від провайдера. Захистити себе від цього ризику допоможе детальний аналіз топових гравців ринку, а також тендер і аудит інфраструктури.

Вивчіть досвід подібних проектів, по можливості нанесіть візити в ЦОД інших компаній.

Переваги і недоліки хмарних технологій

Переваги:

- доступ до особистої інформації з будь-якого комп'ютера, підключеного до Інтернету;
- можна працювати з інформацією з різних пристроїв (ПК, планшети, телефони і т.п.);
- робота з будь-яких операційних систем;
- одну і ту ж інформацію можна переглядати і редагувати одночасно з різних пристроїв;
- багато платних програм стали безкоштовними (або більш дешевими) веб-програмами;
- резервні копії будь-якої інформації будь-якого пристрою;
- завжди оновлені програми;
- свою інформацію можна об'єднувати з іншими користувачами;
- легко можна ділитися інформацією з будь-якою людиною, де б вона не перебувала.

Недоліки:

- для отримання доступу до послуг "хмари" необхідно постійне інтернет з'єднання;
- конфіденційність даних, що зберігаються в публічних хмарах, в даний час, викликає багато суперечок, але в більшості випадків експерти сходяться в тому, що не рекомендується зберігати найбільш цінні для компанії документи на публічній хмарі, так як в даний час немає технології, яка б гарантувала 100% конфіденційність даних;
- хмара сама по собі є досить надійною системою, однак при проникненні в неї зловмисник отримує доступ до величезного сховища даних;



– для побудови власної хмари необхідно виділити значні матеріальні ресурси, що не вигідно щойно створеним і малим компаніям.

Можна зробити висновок, що при використанні хмарних обчислень споживачі інформаційних технологій можуть істотно знизити капітальні витрати на побудову центрів обробки даних, закупівлю серверного і мережевого обладнання, апаратних і програмних рішень щодо забезпечення безперервності і працездатності, так як ці витрати поглинаються провайдером хмарних послуг.

Крім того, тривалий час побудови і введення в експлуатацію великих об'єктів інфраструктури інформаційних технологій і висока їх початкова вартість обмежують здатність споживачів гнучко реагувати на вимоги ринку, тоді як хмарні технології забезпечують можливість практично миттєво реагувати на збільшення попиту на обчислювальні потужності.

При використанні хмарних обчислень витрати споживача зміщуються в сторону операційних, і таким чином, класифікуються як витрати на оплату послуг хмарних провайдерів.

У тому випадку, якщо у фахівців конкретної компанії є досвід створення і адміністрування ІТ-інфраструктури, в певних умовах використання IaaS буде оптимальним варіантом. Ось кілька найбільш поширених випадків:

- потреба компанії в ІТ-ресурсах не однакова в різні моменти часу - бувають сильні сплески, коли потреби зростають, але вони не тривають довго;
- компанія - це стартап, у якого просто немає грошей на покупку заліза і створення власної інфраструктури;
- організація швидко зростає, і виникає проблема постійного масштабування інфраструктури;
- існує потреба в зниженні операційних витрат, у тому числі на обладнання;
- якщо ви починаєте нового експериментального напрямку бізнесу, яке потрібно протестувати або яке не вимагає постійного виділення ІТ-ресурсів.

Незважаючи на гнучкість і масштабованість IaaS, у цій технології є певні обмеження, і існують ситуації, коли її використання проблематично:

– якщо компанія є гравцем регульованою галузі, правила якої не дозволяють зберігання даних на серверах, які не належать компанії (і часто знаходяться в іншій країні);

– IaaS може не підійти тим компаніям, яким потрібен найвищий рівень продуктивності - його простіше досягти за допомогою використання виділених інфраструктурних ресурсів (hosted infrastructure).

### **3.5 Висновки з розділу 3**

В третьому розділі дипломної роботи було проведено аналіз результатів експерименту по кожному критерію оцінки та створені графіки результатів експерименту.

Були написані висновки та побудована загальна таблиця до проведеного експерименту. Детально розглянуто сервіс компанії Amazon.

Були виділені та написані практичні рекомендації до послуг провайдерів сервісу IaaS.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи розглянуто сучасні тенденції розвитку хмарних систем. Проаналізовані підходи, що лежать в основі хмарних систем. Проаналізовано головні варіанти надання обчислювальних потужностей, такі як SaaS, PaaS, IaaS та створена таблиця порівняння моделей хмарних служб. Були визначені оптимальні моделі розгортання хмари та створена таблиця порівняння моделей розгортання хмари. Розглянута архітектура хмарних систем моделі IaaS. Були виділені основні елементи вузлів в хмарній системі та описана обчислювальна інфраструктура хмарної системи. Розібрані типи побудови гіпервізорів, виділені ключові відмінності. Розглянуто віртуальні мережі на базі віртуалізації локальних взаємодій між віртуальними машинами. Були визначені ключові переваги і недоліки використання хмарних технологій в організації єдиного інформаційного простору.

Розглянуто та продемонстровано межі керованості обчислювальних потужностей. Розібрані існуючі хмарні платформи. Проаналізовано головні комерційні хмари – гіганти. Було розглянуто платформи для розподілених обчислень та розібрані спеціалізовані засоби для створення розподілених веб – сервісів. Розглянуто існуючі хмарні сервіси. Розібрані порівняльні характеристики платформ управління IaaS хмарами. Була складена порівняльна характеристика послуг провайдерів сервісу IaaS. Був проведений огляд провайдерів обраних для експерименту. Були визначені оптимальні критерії хмарних обчислень для проведення експерименту.

Було проведено аналіз результатів експерименту по кожному критерію оцінки та створені графіки результатів експерименту. Були написані висновки та побудована загальна таблиця до проведеного експерименту. Детально розглянуто сервіс компанії Amazon. Були виділені та написані практичні рекомендації до послуг провайдерів сервісу IaaS.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Инфраструктура виртуализации сервисов на основе кластера СПИИРАН [Текст] / А. А. Бабошин, В. И. Воробьев, М. Ю. Петров, Е. Л. Евневич.. – 326 с.
2. Cloud Computing [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://marketsandmarkets.com/Market-Reports/cloud-computing-234>.
3. Облачные Технологии. Теория и практика книга [Текст] / Д. Н.Монахов, Н. В. Монахов, Г. Б. Прончев, Д. А. Кузьменков., 2013. – 128 с.
4. Грейс У. "Основы облачных вычислений" Справочник IBM / Уокер Грейс.
5. Pierre Audoin Consultants [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://pac-online.com>.
6. IaaS, что это такое? PaaS, SaaS, для чего они нужны? Примеры и сравнение [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://1cloud.ru/services/private-cloud/iaas-paas-saas>.
7. Infrastructure as a Service IaaS (мировой рынок) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.tadviser.ru/index.php/IaaS>
8. Дослідження методів проектування інфокомунікаційних мереж за допомогою хмарних технологій [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://masters.donntu.org/2017/fkita/karpenov/diss/indexu.htm>.
9. Модели услуг IBM Cloud: IaaS, PaaS и SaaS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.ibm.com/ru-ru/cloud/learn/iaas-paas-saas>.
10. Provider [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Provider>.
11. Что такое REST API? [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://webkysr.info/page/chto-takoe-rest-api>.
12. Cloud computing [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud\\_computing#:~:text=Cloud%20computing%20is%20the%20on,many%20users%20over%20the%20Internet..](https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing#:~:text=Cloud%20computing%20is%20the%20on,many%20users%20over%20the%20Internet..)
13. What is cloud computing? Everything you need to know about the cloud explained [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:

<https://www.zdnet.com/article/what-is-cloud-computing-everything-you-need-to-know-about-the-cloud/>.

14. Cloud Computing [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp>.

15. Что такое облачные вычисления? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://aws.amazon.com/ru/what-is-cloud-computing/>.

16. Моделі розгортання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://hmarni.blogspot.com/p/blog-page\\_31.html](http://hmarni.blogspot.com/p/blog-page_31.html).

17. Моделі надання послуг [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://stud.com.ua/62470/menedzhment/modeli\\_nadannya\\_poslug](https://stud.com.ua/62470/menedzhment/modeli_nadannya_poslug).

18. ОБЛАЧНАЯ ПИРАМИДА: IAAS, PAAS И SAAS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://gigacloud.ua/ru/blog/navchannja/hmarna-piramida-iaas-paas-i-saas>.

19. Розгортання ІТ-інфраструктури компанії в хмарі: SaaS, PaaS, IaaS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.it.ua/knowledge-base/architecture-security/cloud-infrastructure-saas-paas-iaas>.

20. Hypervisors: everything you have always wanted to learn about them [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sim-networks.com/en/blog/hypervisors-vmware-kvm-xen-openvz>.

21. Что такое гипервизор и его роль в виртуализации [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vps.ua/blog/hypervizor-and-virtualization/>.

22. Apache CloudStack [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cloudstack.apache.org/>.

23. Eucalyptus — ваша открытая платформа для создания Elastic Cloud Platform [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/27611/>.

24. VMware Cloud Director [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.vmware.com/products/cloud-director.html>.

25. Платформа Openstack [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.openstack.org/software/>.

26. Amazon EC2 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://aws.amazon.com/ru/ec2/?ec2-whats-new.sort-by=item.additionalFields.postDateTime&ec2-whats-new.sort-order=desc>.

27. Bit Refinery [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://bitrefinery.com/>.

28. Go Daddy [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://ua.godaddy.com/>.

29. GoGrid [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/GoGrid>.

30. Hosting.com [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://icannwiki.org/Hosting.com>.

31. NephoScale, Inc. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.crunchbase.com/organization/nephoscale>.

32. OpSource, Inc. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/OpSource>.

33. Rackspace Cloud [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.rackspace.com/>.

34. ReliaCloud [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://www.oneneck.com/reliacloud-flex>.

35. IBM Cloud [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://cloud.ibm.com/catalog#services>.

36. Terremark Worldwide, Inc. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Terremark>.

