

УДК 004.75: 004.8

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.12>

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ

Рибалочка М. С. – аспірант Інституту програмних систем
Національної академії наук України
ORCID ID: 0000-0003-0908-8320

Ільїн С. А. – аспірант Інституту програмних систем
Національної академії наук України
ORCID ID: 0009-0004-3760-1464

Новіков Ю. Л. – кандидат технічних наук,
виконуючий обов'язки заступника завідувача відділом автоматизованих систем
програмно-цільового управління № 19
Інституту програмних систем Національної академії наук України
ORCID ID: 0009-0006-9800-8765

У статті розглядаються підходи до оптимізації процесу функціонування комп'ютерних мереж за допомогою хмарних сервісів. Особлива увага приділяється економічній доцільності використання хмарних сервісів та можливим викликам, з якими можуть зіткнутися організації. В роботі проведено аналіз сучасних хмарних технологій: розглянуто основні моделі хмарних обчислень (IaaS, PaaS, SaaS) та їх застосування у мережевих інфраструктурах. В дослідженні було приділено увагу безпеці хмарних сервісів. В роботі проведено оцінку безпеки хмарних сервісів. Наведено основні виклики та рішення, пов'язані із забезпеченням безпеки даних та доступу до них в умовах хмарних середовищ. У статті було запропоновано математичну модель оптимізації процесу функціонування комп'ютерних мереж з використанням хмарних сервісів. Під час дослідження сформульована математична модель, яка враховує ключові фактори (витрати, час, затримку, безпеку) для оптимального розподілу ресурсів у хмарному середовищі. В статті проведено аналіз економічної доцільності: було проведено дослідження економічної вигоди від використання хмарних сервісів для оптимізації комп'ютерних мереж у порівнянні з традиційними підходами. В роботі запропоновано нову методіку переходу у хмарне середовище, згідно якої для успішного переходу у хмару потрібно розробити стратегію переходу. Хмарна стратегія має вирішальне значення для кожної організації, незалежно від того, де вона перебуває на своєму шляху до хмари. Також, в роботі було описано метод розробки стратегії для впровадження хмарних технологій у комп'ютерних мережах. В роботі запропоновано напрямки для подальших досліджень в цій області та визначено виклики використання хмарних сервісів. У статті пропонуються перспективні шляхи подальшого розвитку хмарних технологій у сфері мережевих інфраструктур.

Ключові слова: хмарні сервіси, оптимізація комп'ютерних мереж, безпека даних, шифрування, контроль доступу, економічна ефективність, математична модель, мережеві інфраструктури.

Rybalochka M. S., Ilin S. A., Novikov Yu. L. Optimization of computer network functioning process using cloud services

In recent years, cloud computing technologies have significantly influenced the development of computer networks. The article considers approaches to optimizing the process of functioning of computer networks with the help of cloud services. Special attention is paid to the economic feasibility of using cloud services and the possible challenges that organizations may face. The paper analyzes modern cloud technologies: the main models of cloud computing (IaaS, PaaS, SaaS) and their application in network infrastructures are considered. Attention was paid to the security of cloud services. The paper evaluates the security of cloud services. The main challenges and solutions related to ensuring data security and access to them in cloud environments are

given. A mathematical model of optimization is proposed. During the research, a mathematical model was formulated that takes into account key factors (costs, time, delay, security) for the optimal allocation of resources in the cloud environment. An economic feasibility analysis was conducted: a study of the economic benefits of using cloud services to optimize computer networks in comparison with traditional approaches was conducted. A new methodology for transition to the cloud environment was developed, according to which a transition strategy must be developed for a successful transition to the cloud. A cloud strategy is critical for every organization, no matter where they are on their cloud journey. The method of developing a strategy for the implementation of cloud technologies in computer networks was described. The paper proposes directions for further research in this area and identifies the challenges of using cloud services. The article offers promising ways of further development of cloud technologies in the field of network infrastructures.

Key words: cloud services, optimization of computer networks, data security, encryption, access control, economic efficiency, mathematical model, network infrastructures.

Постановка проблеми. У сучасному світі інформаційних технологій ефективне функціонування комп'ютерних мереж є ключовим фактором для забезпечення стабільної роботи бізнесу, державних установ та інших організацій. З розвитком цифровізації та збільшенням обсягів даних, що обробляються, виникає необхідність у нових підходах до управління і оптимізації мережевих ресурсів. Хмарні сервіси, які за останні роки отримали широке визнання, пропонують сучасні рішення для оптимізації процесів у комп'ютерних мережах, забезпечуючи масштабованість, гнучкість, економічну ефективність та високу доступність мережевих ресурсів.

Хмарні технології дозволяють організаціям адаптувати свої мережі до зростаючих вимог, надаючи доступ до потужних обчислювальних ресурсів на вимогу, оптимізуючи витрати на підтримку інфраструктури та підвищуючи надійність мереж. Основною метою цієї статті є дослідження методів і підходів, спрямованих на оптимізацію процесу функціонування комп'ютерних мереж за допомогою хмарних сервісів, а також аналіз основних переваг і викликів, з якими стикаються сучасні компанії в цьому контексті.

Детальний розгляд питань віртуалізації, програмно-конфігурованих мереж (SDN) та безпекових рішень у хмарних середовищах дозволить визначити ключові напрями для підвищення ефективності мережевих інфраструктур, що використовують хмарні сервіси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки технології хмарних обчислень значно вплинули на розвиток комп'ютерних мереж. Хмарні сервіси, такі як IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) та SaaS (Software as a Service), стали ключовими інструментами для оптимізації функціонування мережевих інфраструктур. Огляд наукових джерел зосереджений на важливих аспектах використання хмарних сервісів для оптимізації комп'ютерних мереж, таких як зменшення затрат, підвищення ефективності та безпеки, масштабованість і гнучкість мереж.

Одним із ключових аспектів у розумінні хмарних сервісів є принципи їхньої роботи та структура. У публікації [1] надано фундаментальні визначення хмарних технологій та їх моделей розгортання. Вони описують хмарні моделі, такі як приватна, публічна, гібридна та спільна хмара, що дозволяє налаштовувати мережі відповідно до потреб бізнесу та користувачів. Також у статтях [2] та [3] досліджується роль хмарних обчислень у розподілених системах. Вони підкреслюють, що хмари дозволяють значно збільшити обчислювальні ресурси та зменшити витрати на підтримку мережевої інфраструктури.

Однією із головних переваг хмарних сервісів є їхня здатність оптимізувати використання мережевих ресурсів. У роботах [4] та [5] розглядається використання віртуалізації для оптимізації обробки даних у мережах. Віртуалізація дозволяє динамічно виділяти ресурси в залежності від навантаження на мережу, що суттєво покращує ефективність її роботи. В роботі [6] досліджують використання програмно-конфігурованих мереж (SDN) в поєднанні з хмарними сервісами для оптимізації управління мережевим трафіком. SDN дозволяє центрально керувати маршрутизацією даних, спрощуючи процеси управління та оптимізуючи пропускну здатність мережі.

Безпека є важливою проблемою для будь-якої комп'ютерної мережі, а використання хмарних сервісів додає додаткові виклики. У роботах [7], а також [8] описуються основні загрози безпеці в хмарних середовищах, включаючи несанкціонований доступ до даних, атаки типу DDoS та витоки даних. У цих дослідженнях пропонується використовувати методи шифрування даних, двофакторну аутентифікацію та моніторинг мережевих ресурсів для захисту інформації. Окремо варто відзначити дослідження [9], яке стосується ролі хмарних сервісів у забезпеченні безпеки розподілених мереж. Авторами підкреслено важливість правильного налаштування міжмережевих екранів та використання систем виявлення вторгнень у хмарних середовищах.

Крім технічних переваг, хмарні сервіси надають значні економічні вигоди. За даними підрахунків у дослідженнях [10], використання хмарних рішень дозволяє компаніям значно скоротити витрати на підтримку мережевої інфраструктури, оскільки хмарні провайдери беруть на себе обов'язки з обслуговування фізичних серверів, зберігання даних та обробки інформації.

Попри очевидні переваги, використання хмарних сервісів у мережевих інфраструктурах має й свої виклики. У роботах [11] зазначається, що одним із головних викликів є залежність від провайдерів хмарних рішень та можливість збоїв у їхніх системах, що може вплинути на функціонування мереж. Також важливо враховувати проблеми з конфіденційністю даних, які обробляються в хмарах. Однак, за даними досліджень [12], ці виклики можна подолати за допомогою впровадження гібридних хмарних моделей, що дозволяють зберігати критично важливі дані в приватних хмарах, а інші сервіси віддавати на публічні.

Як показує проведений аналіз, дана тема викликає інтерес багатьох науковців, проте має низку не вирішених питань. Хмарні сервіси значно впливають на оптимізацію функціонування комп'ютерних мереж, забезпечуючи гнучкість, масштабованість та економічну доцільність. Віртуалізація, SDN, сучасні підходи до безпеки та зменшення затрат роблять хмарні рішення привабливими для оптимізації мережевих процесів. Однак, важливо враховувати виклики, пов'язані з безпекою та залежністю від постачальників послуг.

Мета і задачі дослідження. Метою статті є дослідження та розробка підходів до оптимізації процесу функціонування комп'ютерних мереж із використанням хмарних сервісів. Це включає аналіз сучасних технологій хмарних обчислень та їх вплив на ефективність, надійність та безпеку мережевих інфраструктур. У результаті дослідження планується визначити ключові переваги, виклики та найкращі практики для оптимізації комп'ютерних мереж за допомогою хмарних технологій.

Для досягнення мети сформульовані наступні завдання:

– провести аналіз сучасних хмарних технологій: розглянути основні моделі хмарних обчислень (IaaS, PaaS, SaaS) та їх застосування у мережевих інфраструктурах;

- визначити оцінку безпеки хмарних сервісів: вивчити основні виклики та рішення, пов'язані із забезпеченням безпеки даних та доступу до них в умовах хмарних середовищ;
- розробити математичну модель оптимізації: сформувати математичну модель, яка враховує ключові фактори (витрати, час, затримку, безпеку) для оптимального розподілу ресурсів у хмарному середовищі;
- провести аналіз економічної доцільності: дослідити економічні вигоди від використання хмарних сервісів для оптимізації комп'ютерних мереж у порівнянні з традиційними підходами;
- запропонувати напрямки для подальших досліджень в цій області та визначити виклики: визначити можливі шляхи подальшого розвитку хмарних технологій у сфері мережевих інфраструктур та основні виклики, з якими можуть зіткнутися організації.

Виклад основного матеріалу дослідження

1. Визначення оцінки безпеки хмарних сервісів шляхом аналізу сучасних хмарних технологій. Одним із головних аспектів при оптимізації комп'ютерних мереж з використанням хмарних сервісів є забезпечення належного рівня безпеки даних та доступу до них. Хоча хмарні сервіси пропонують безліч переваг у масштабованості та ефективності, вони також створюють нові виклики для безпеки. Розглянемо основні загрози безпеці в хмарних середовищах та сучасні рішення для їх подолання.

Основні виклики безпеки в хмарних сервісах

1. Незахищеність даних під час передачі та зберігання. Дані, які передаються через мережу або зберігаються у хмарі, можуть бути вразливими до несанкціонованого доступу, перехоплення чи модифікації. Ця проблема стає особливо актуальною для компаній, які працюють з чутливою інформацією (фінансові, медичні або персональні дані).

2. Атаки типу DDoS (Distributed Denial of Service). У хмарних середовищах атаки типу DDoS можуть бути спрямовані на перевантаження серверів, що надають доступ до хмарних сервісів, тим самим обмежуючи або унеможливаючи доступ до них для легітимних користувачів. Такі атаки можуть зупинити роботу цілої мережі.

3. Проблеми багатокористувацького середовища (multi-tenancy). У хмарних системах ресурси часто поділяються між кількома клієнтами. Це створює ризик витоку даних через недосконалі механізми розмежування доступу, що може призвести до несанкціонованого доступу одного клієнта до даних іншого.

4. Неправильна конфігурація хмарних ресурсів. Одна з найпоширеніших проблем безпеки у хмарних середовищах – неправильна конфігурація, що може відкрити доступ до даних або сервісів для сторонніх осіб. Це може бути пов'язане з помилками у налаштуваннях хмарного зберігання, міжмережевих екранів або правил доступу.

5. Залежність від постачальників хмарних послуг. Клієнти хмарних сервісів часто повністю залежать від постачальників послуг у питаннях безпеки, що може бути ризиком у разі недотримання ними належних стандартів або при порушенні роботи хмарного провайдера. Крім того, відсутність прозорості у захисті даних або в системах моніторингу також може викликати занепокоєння.

Виділимо найбільш популярні сучасні рішення для забезпечення безпеки хмарних сервісів:

1. Шифрування даних. Шифрування є основним механізмом захисту даних як під час їх передачі, так і під час зберігання. Використання протоколів шифрування, таких як TLS (Transport Layer Security), для захисту даних під час передачі через мережу значно знижує ризики перехоплення інформації.

2. Механізми контролю доступу. Одним із найефективніших підходів для забезпечення безпеки є впровадження багаторівневих механізмів контролю доступу. Сучасні хмарні провайдери пропонують такі методи автентифікації, як двофакторна автентифікація (2FA) та автентифікація на основі ролей (Role-Based Access Control, RBAC). Це забезпечує, що доступ до хмарних ресурсів отримують лише авторизовані користувачі з відповідними правами.

3. Використання програмно-конфігурованих мереж (SDN). Програмно-конфігуровані мережі дозволяють централізовано управляти політиками безпеки на рівні мережі, що допомагає швидко реагувати на загрози, а також налаштовувати захист залежно від рівня критичності даних або додатків. SDN може забезпечити гнучкіші рішення для захисту від DDoS-атак через динамічне перенаправлення трафіку або застосування політик безпеки в реальному часі.

4. Моніторинг і аудит безпеки. Постійний моніторинг активності в хмарних середовищах дозволяє виявляти аномалії у трафіку або поведінці користувачів, що може бути ознакою порушення безпеки. Хмарні провайдери надають інструменти для аудиту та аналізу подій у реальному часі, що дозволяє вчасно виявляти та реагувати на загрози. Впровадження систем виявлення вторгнень (IDS) та систем запобігання вторгнень (IPS) підвищує рівень захисту мережі.

5. Контейнеризація та ізоляція даних. Для забезпечення захисту в багатокористувацьких середовищах (multi-tenancy) використовується технологія контейнеризації, що дозволяє ізолювати ресурси кожного клієнта один від одного. Контейнери створюють окремі середовища для обчислень, що знижує ризики несанкціонованого доступу.

6. Резервне копіювання та відновлення даних. Хмарні провайдери пропонують автоматизовані рішення для регулярного створення резервних копій та швидкого відновлення даних у разі втрати.

Таким чином, забезпечення безпеки хмарних сервісів є критично важливим аспектом при їх використанні для оптимізації комп'ютерних мереж. Основні виклики включають загрози несанкціонованого доступу до даних, атаки DDoS та проблеми з багатокористувацькими середовищами. Однак сучасні рішення, такі як шифрування, контроль доступу, SDN, контейнеризація та моніторинг, дозволяють значно підвищити рівень безпеки в хмарних середовищах.

2. Математичне моделювання процесу оптимізації функціонування комп'ютерних мереж з використанням хмарних сервісів. Для математичного моделювання процесу оптимізації функціонування комп'ютерних мереж з використанням хмарних сервісів необхідно враховувати різні параметри, такі як затрати на ресурси, час обробки запитів, пропускну здатність мережі, затримку передачі даних, безпеку та інші фактори. В цьому контексті можна використати багатofакторну модель, яка базується на методах теорії оптимізації.

Основні змінні моделі:

– C_i – вартість використання хмарного ресурсу i (наприклад, обчислювальна потужність, зберігання даних).

– R_i – ресурс, який виділяється для виконання певного завдання в хмарі (наприклад, обсяг процесорного часу або пам'яті).

– T_i – час виконання завдання на ресурсі i .

- L_i – затримка передачі даних в мережі для ресурсу i .
- B – пропускна здатність мережі.
- U – рівень використання мережевих ресурсів (завантаження мережі).
- S_i – рівень безпеки ресурсу i .

Цільова функція

Задача оптимізації полягає у мінімізації загальних витрат на функціонування мережі при дотриманні певних обмежень, таких як затримка передачі даних, пропускна здатність і рівень безпеки.

Математична постановка задачі може бути записана у вигляді наступної цільової функції:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^n (C_i R_i + \alpha T_i + \beta L_i + \gamma S_i)$$

де:

$C_i R_i$ – затрати на використання ресурсу i ,

T_i – час обробки завдань на ресурсі i ,

L_i – затримка передачі даних для ресурсу i ,

S_i – рівень безпеки для ресурсу i ,

α, β, γ – вагові коефіцієнти, що відповідають за пріоритети кожної складової функції.

Обмеження:

1. Обмеження на пропускну здатність мережі:

$$\sum_{i=1}^n R_i \leq B.$$

Це обмеження гарантує, що сума використаних мережевих ресурсів не перевищує доступну пропускну здатність мережі.

2. Обмеження на затримку:

$$L_i \leq L_{max}, \forall i$$

Це обмеження накладає вимогу, що затримка для кожного ресурсу не повинна перевищувати максимально допустиме значення L_{max} .

3. Обмеження на рівень безпеки:

$$S_i \geq S_{min}, \forall i$$

Рівень безпеки кожного ресурсу повинен бути не меншим за певний мінімальний поріг S_{min} , що залежить від специфічних вимог.

4. Обмеження на завантаження мережі:

$$U \leq U_{max}$$

Це обмеження встановлює граничне завантаження мережі U_{max} , яке не повинно бути перевищене для забезпечення належної якості обслуговування.

Модель можна оптимізувати за допомогою методів лінійного програмування або інших методів оптимізації, таких як генетичні алгоритми, якщо модель містить нелінійні залежності або складні обмеження. Така модель дозволяє визначити найкращі параметри функціонування комп'ютерної мережі з використанням хмарних сервісів, з урахуванням затрат, часу виконання завдань, пропускної здатності, безпеки та інших важливих характеристик.

3. Аналіз економічної доцільності використання хмарних сервісів для оптимізації комп'ютерних мереж. Використання хмарних сервісів для

оптимізації комп'ютерних мереж пропонує суттєві економічні вигоди порівняно з традиційними підходами до управління та підтримки інфраструктури. Економічна доцільність хмарних технологій базується на кількох важливих аспектах: зниження прямих капітальних витрат (CapEx), зменшення операційних витрат (OpEx), гнучкість і масштабованість ресурсів, зниження потреб у технічному персоналі та швидкість впровадження нових технологій.

Зниження капітальних витрат (CapEx). У традиційних підходах до побудови мережевої інфраструктури компанії інвестують значні кошти в закупівлю серверного обладнання, мережевих пристроїв, систем зберігання даних і програмного забезпечення. Використання хмарних сервісів, таких як IaaS (Infrastructure as a Service), дозволяє компаніям уникнути великих капітальних інвестицій, оскільки ресурси орендуються у провайдерів хмарних послуг.

Зменшення операційних витрат (OpEx). Операційні витрати включають витрати на обслуговування обладнання, оплату праці технічного персоналу, електроенергію, охолодження серверів та інші поточні витрати. Традиційні підходи вимагають постійних інвестицій у підтримку інфраструктури, що призводить до значних операційних витрат.

Гнучкість та масштабованість. Однією з головних переваг хмарних сервісів є їхня гнучкість і можливість динамічного масштабування ресурсів. У традиційних мережевих середовищах збільшення навантаження на інфраструктуру потребує додаткових капіталовкладень, що може бути складним і затратним процесом.

Зниження потреб у технічному персоналі. Традиційні підходи до управління комп'ютерними мережами вимагають наявності великого технічного штату, який відповідає за налаштування, управління та обслуговування інфраструктури. Зниження затрат на оплату праці технічних спеціалістів стає значним джерелом економії для компаній.

Швидкість впровадження та інновації. Традиційні IT-інфраструктури можуть вимагати значного часу для розгортання нових серверів, обладнання та мережевих рішень. Хмарні сервіси дозволяють швидко впроваджувати нові технологічні рішення, оскільки ресурси доступні на вимогу та налаштовуються за кілька хвилин.

Таблиця 1

Порівняння витрат традиційної інфраструктури та хмарних рішень

Показник	Традиційна інфраструктура	Хмарні сервіси
Капітальні витрати (CapEx)	Високі (обладнання, мережі)	Низькі або відсутні (оренда ресурсів)
Операційні витрати (OpEx)	Високі (обслуговування, електрика)	Низькі (спрощене управління)
Масштабованість	Обмежена	Динамічна, на вимогу
Гнучкість	Низька	Висока
Затрати на технічний персонал	Високі	Знижені
Швидкість впровадження	Тривала	Швидка

Використання хмарних сервісів для оптимізації комп'ютерних мереж забезпечує значні економічні вигоди, зокрема зменшення капітальних та операційних

витрат, підвищену гнучкість і масштабованість, зниження потреб у технічному персоналі та прискорення впровадження нових технологій. Ці переваги роблять хмарні рішення економічно доцільними для багатьох компаній, що дозволяє їм оптимізувати свої мережеві інфраструктури та зосередитися на ключових бізнес-процесах.

4. Рекомендації щодо успішного впровадження хмарних технологій AWS для оптимізації комп'ютерної мережі. Як було доведено вище, використання хмарних обчислень значно зменшує, тобто оптимізує витрати на обслуговування комп'ютерних мереж, економія може досягати 70% в залежності від обсягів операцій. Використання хмарних технологій значно підвищує рівень доступності сервісів, цей висновок зроблено на основі [13-15].

Для початку потрібно розробити стратегію переходу та стратегію у перспективі наступних 3 або 5 років. Стратегія переходу має бути чіткою, аргументованою та пояснювати роль хмари у організації.

Для розробки стратегії, потрібно обрати тип хмарного середовища: публічна, гібридна або приватна. Відповідно до отриманих даних, згідно яких найбільша частка користувачів(18%) використовує гібридну хмару для своїх задач (рис. 1).

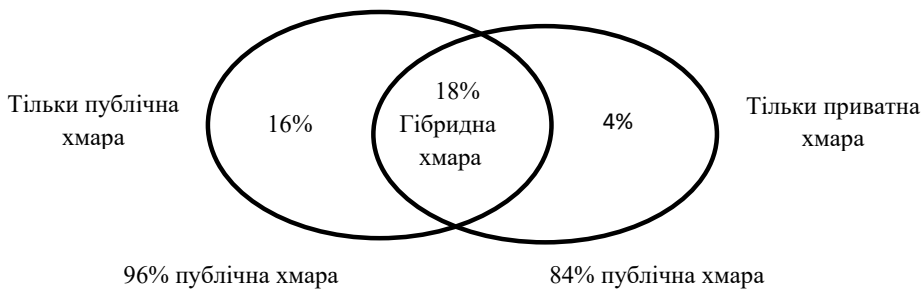


Рис. 1. Розподіл використання моделей хмарних технологій між усіма користувачами

Також необхідно чітко визначити які ресурси або програми потрібно розмістити у хмарі. Це може бути апаратне забезпечення, програмне забезпечення або мережеве обладнання. Згідно отриманих даних, тільки 35% малого бізнесу, 25% середнього бізнесу та 23% підприємств мають намір повністю перенести потужності в хмару, це означає, що найбільша вірогідність відповідає малому бізнесу, який хоче мінімізувати витрати. Це також слід враховувати: залежності від розміру підприємства.

Потрібно обрати модель обслуговування для хмарного сервісу. Для комп'ютерної мережі найкращим варіантом є інфраструктура як сервіс(IaaS). Далі потрібно підготувати політику безпеки, розробити план дій при надзвичайних ситуаціях, спробах взлому та видалення даних.

Для успішного впровадження хмарних технологій, потрібно підготувати та навчити співробітників, це один із основних факторів витрат при переході на хмару, тому що це може займати більшу кількість часу, ніж в умовах звичайного ЦОД.

Потрібно вирішити чи є потреба в використанні багатовимірної технології, яка дає змогу розділити навантаження на мережу. Для зменшення ризиків потрібно провести комплексну їх оцінку, визначити основні типи які можуть спіткати

використання вибраної архітектури. Для цього треба провести кілька умовних етапів:

- зібрати вихідну інформацію, необхідну для знаходження та розпізнавання небезпек під час операційної діяльності;
- знайти та розпізнати небезпеки на основі аналізу законодавчих вимог у галузі;
- знайти та розпізнати небезпеки на політики безпеки.

Отже, на основі проведеного дослідження можна сформувати наступний список рекомендацій при оптимізації комп'ютерних мереж на базі хмарних сервісів.

1. Якщо підприємство або бізнес невеликого розміру з невеликим оборотом коштів, перенесення обчислювальних потужностей є найбільш економічно-обґрунтованим, так як, згідно дослідження, використання хмари може зекономити до 70% коштів.

2. Використання хмарних сервісів є найбільш вигідним та обґрунтованим вибором, так як ці сервіси мали найменший відсоток відмов у обслуговуванні, а саме всього 2% від усього часу за рік.

3. Потрібно чітко сформувати стратегію разом з персоналом та залучити рекомендації компетентних радників. Стратегія має включати в себе чіткий план, модель обслуговування, інфраструктуру, архітектуру, модель витрат та економічне обґрунтування.

4. Шляхом розділу сегментів мережі потрібно утворити межі безпеки. Саме таким чином, а не визначаючи межі безпеки для кожного елемента, які мають точки дотику з даними, виконується сегментація для створення контейнера, який потім містить елементи, які мають однакові атрибути безпеки.

5. Дотримуватись політик зменшення ризиків, основними принципами яких є: оцінка, управління та лікування. Персонал та керівники мають знати ці принципи задля мінімізації виникнення нових критичних ситуацій та збитків, які у найгіршому випадку можуть призвести навіть до банкрутства.

6. Вирахувати та спланувати потужності, тому що розбіжність між потужністю IT-ресурсу і його попит можуть призвести до того, що система стане або неефективною (надмірне забезпечення) або нездатною задовольнити потреби користувача (відмова в обслуговуванні). Ємність планування спрямована на мінімізацію цієї невідповідності для досягнення передбачуваного ефективності і продуктивності.

Згідно даних рекомендацій по оцінці ризиків можна отримати комплексний звіт про основні ризики на підприємстві при використанні хмарних обчислень, зменшити ймовірність виникнення критичних ситуацій або створити політику або методіку їх мінімізування чи ліквідації наслідків з меншими наслідками.

5. Визначення перспектив і викликів розвитку хмарних технологій у сфері мережевих інфраструктур. Хмарні технології швидко розвиваються, стаючи основним інструментом для оптимізації мережевих інфраструктур. Їхні переваги включають гнучкість, масштабованість, зменшення витрат та швидке впровадження інновацій. Проте, з їхнім розвитком також з'являються нові виклики, які можуть вплинути на ефективне впровадження хмарних рішень.

Перспективи подальшого розвитку хмарних технологій:

– **Зростання популярності гібридних і мультихмарних рішень.** Такий підхід дозволяє компаніям використовувати переваги обох типів хмар: приватна хмара забезпечує високу безпеку для критично важливих даних, а публічна надає можливість динамічного масштабування ресурсів.

– **Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання.** Ці технології дозволяють автоматизувати процеси моніторингу, виявлення загроз та управління ресурсами в реальному часі.

– **Розвиток технологій безпеки.** Оскільки безпека залишається головним питанням для хмарних інфраструктур, у майбутньому очікується активний розвиток нових методів захисту даних, таких як постійне шифрування, блокчейн для безпечних транзакцій та квантова криптографія.

Основні виклики впровадження хмарних технологій:

– **Безпека та конфіденційність даних.** Перенесення критично важливих даних у хмару підвищує ризики кібератак та витоку даних.

– **Залежність від постачальників хмарних послуг (Vendor Lock-In).** Якщо компанія інвестує у певного хмарного провайдера, перехід до іншої платформи може виявитися складним і дорогим процесом.

– **Складність управління хмарними середовищами.** Необхідно інтегрувати різні системи, слідкувати за безпекою та ефективністю, що вимагає нових підходів та інструментів для централізованого управління.

– **Нестача кваліфікованих кадрів.** Дефіцит кваліфікованих ІТ-спеціалістів може стати перешкодою для повноцінного впровадження та використання всіх можливостей хмарних технологій.

– **Забезпечення надійності та безперервності бізнесу.** Важливо забезпечити механізми резервування та швидкого відновлення після інцидентів, щоб мінімізувати ризики простоїв.

– **Регуляторні вимоги та відповідність стандартам.** Організації повинні забезпечити відповідність місцевим і міжнародним стандартам (GDPR, HIPAA тощо), що може вимагати додаткових ресурсів і зусиль.

Подальший розвиток хмарних технологій обіцяє нові можливості для оптимізації мережевих інфраструктур. Гібридні та мультихмарні рішення, інтеграція ШІ, вдосконалення безпеки та зниження витрат роблять хмарні сервіси ще привабливішими. Однак, для успішного впровадження компаніям необхідно подолати виклики, пов'язані з безпекою, управлінням та залежністю від постачальників. Успішна інтеграція хмарних технологій потребує комплексного підходу, включаючи навчання персоналу, вибір надійних рішень та впровадження механізмів безпеки.

Висновки. Хмарні технології, за проведеним дослідженням, набувають все більшої популярності, причин для цього багато, але основними можна назвати зменшення витрат та відмовостійкість. Ці висновки зроблено на підставі проведених досліджень, результати яких наступні: впровадження та обслуговування хмари на 70% дешевша, ніж використання звичайного центра обробки даних; період простою хмарних сервісів дорівнює 2%, а період простою звичайного ЦОД дорівнював 15%, з цього можна зробити висновок, що хмарне середовище знаходиться у стані простою у 7 разів менше впродовж року.

Було розроблено нову методiku переходу у хмарне середовище, згідно якої для успішного переходу у хмару потрібно розробити стратегію переходу. Хмарна стратегія має вирішальне значення для кожної організації, незалежно від того, де вона перебуває на своєму шляху до хмари.

В роботі було узагальнено та детально описано результати проведених досліджень та розроблено практичні рекомендації при впровадженні та використанні хмарних технологій.

Було виявлено що використання хмарних технологій скорочує операційні витрати на 70%, причинами цього є відсутність витрат на обслуговування апаратного забезпечення, оплати електроенергії та менший штат працівників.

Було описано метод розробки стратегії для впровадження хмарних технологій у комп'ютерних мережах, основні засади яких наступні:

- стратегія має бути чіткою та конструктивною;
- має бути стислим та зрозумілим документом;
- потрібно залучити технічних та бізнес радників для допомоги;
- потрібно чітко дотримуватись узгодженої стратегії;
- потрібно обрати тип майбутнього хмарного середовища.

Також методом аналітики наявних даних було доведено, основною загрозою при використанні хмари є самі клієнти так хакери, а не хмарний провайдер.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology Special Publication*, 2011. № 53, p. 1-7.
2. Foster Y., Zhao I., Raicu, S. Lu Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. *Grid Computing Environments Workshop, Austin, TX, USA*, 2008. pp. 1-10.
3. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A. A View of Cloud Computing. *Commun. ACM*, 2010. № 53. P. 50-58.
4. Tawalbeh L., Haddad Y., Omar K., Aldosari F., Benkhelifa E. Efficient Software-Based Mobile Cloud Computing Framework. *Proceedings IEEE International Conference on Cloud Engineering*, 2015.
5. Rashid A., Chaturvedi A. Virtualization and its Role in Cloud Computing Environment. *International journal of computer sciences and engineering*, 2019. Vol. 7. P. 1131-1136
6. Haleplidis E., Jain R. Network Virtualization and Software Defined Networking for Cloud Computing: A Survey. *Communications Magazine*, 2015. № 51. p. 24-31.
7. Bhadauria R., Chaki R., Sanyal S. A Survey on Security Issues in Cloud Computing, 2014.
8. Singh G., Garg D. Data Security In Cloud Computing: A Review. *International journal of computers and technology*, 2018. № 17. P. 7206-7214.
9. Zhang Q., Cheng L., Boutaba R. Cloud Computing: State-of-the-art and Research Challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 2010. № 1. p. 7-18.
10. Kratzke N., Walker C. Cloud Computing Costs and Benefits. *Publisher: Springer New York*, 2013.
11. Marinos A., Briscoe G. Community Cloud Computing. *Proceedings Cloud Computing, First International Conference, CloudCom*, 2009. p. 472-484.
12. Prasad R., Choi E., Lumb I. (2009). A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems. *Proceedings 5th International Joint Conference on INC, IMS, and IDC*, 2009. p. 44-51.
13. S. Popereshnyak, A. Veчерkovskaya, V. Zhebka Intrusion Detection based on an Intelligent Security System using Machine Learning Methods. *CPITS*. 2024. p. 163-178.
14. Поперешняк С.В., Вечерковська А.С., Хільченко М.Ю., Антоненко А.В. Хмарні технології як сервіси для оптимізації процесів адміністрування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, 2023. Вип. 6 с. 54-63.
15. Поперешняк С.В., Вечерковська А.С. Дослідження розробки вимог до хмарних програм та сервісів. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 2023. № 4 (87) с. 258-264.

REFERENCES:

1. Mell P., Grance T. (2011) The NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology Special Publication*, № 53, p. 1-7.
 2. Foster Y., Zhao I., Raicu, S. (2008) Lu Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. *Grid Computing Environments Workshop, Austin, TX, USA*, pp. 1-10.
 3. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A. (2010) A View of Cloud Computing. *Commun. ACM*, № 53. P. 50-58.
 4. Tawalbeh L., Haddad Y., Omar K., Aldosari F., Benkhelifa E. (2015) Efficient Software-Based Mobile Cloud Computing Framework. *Proceedings IEEE International Conference on Cloud Engineering*.
 5. Rashid A., Chaturvedi A. (2019) Virtualization and its Role in Cloud Computing Environment. *International journal of computer sciences and engineering*, Vol. 7. P. 1131-1136.
 6. Haleplidis E., Jain R. (2015) Network Virtualization and Software Defined Networking for Cloud Computing: A Survey. *Communications Magazine*, № 51. p. 24-31.
 7. Bhadauria R., Chaki R., Sanyal S. (2014) A Survey on Security Issues in Cloud Computing.
 8. Singh G., Garg D. (2018) Data Security In Cloud Computing: A Review. *International journal of computers and technology*, № 17. P.7206-7214.
 9. Zhang Q., Cheng L., Boutaba R. (2010) Cloud Computing: State-of-the-art and Research Challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, № 1. p. 7-18.
 10. Kratzke N., Walker C. (2013) Cloud Computing Costs and Benefits. *Publisher: Springer New York*.
 11. Marinos A., Briscoe G. (2009) Community Cloud Computing. *Proceedings Cloud Computing, First International Conference, CloudCom*, p. 472-484.
 12. Prasad R., Choi E., Lumb I. (2009) A Taxonomy and Survey of Cloud Computing Systems. *Proceedings 5th International Joint Conference on INC, IMS, and IDC*, p. 44-51.
 13. S. Popereshnyak, A. Vecherkovskaya, V. (2024) Zhebka Intrusion Detection based on an Intelligent Security System using Machine Learning Methods. *CPITS*. p. 163-178
 14. Popereshnyak S.V., Vyecherkovs'ka A.S., Khil'chenko M.YU., Antonenko A.V. (2023) Khmarni tekhnolohiyi yak servisy dlya optymizatsiyi protsesiv administruvannya. *Tavriys'kyi naukovy visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky*, №. 6. p. 54-63
 15. Popereshnyak S.V., Vyecherkovs'ka A.S. (2023) Doslidzhennya rozrobky vymoh do khmarnykh prohram ta servisiv. *Visnyk Khersons'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu*, № 4 (87) p. 258-264.
-