

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ БІЗНЕС-КОЛЕДЖ
кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему
Аналіз технологій віртуалізації та їх вплив на продуктивність обчислень

Виконав: студент групи 2К-20
Спеціальності
123 – «Комп'ютерна інженерія»

Дар'я МАР'ЯН

Керівник:
Роксолана БРЕУС

Черкаси 2024

АНОТАЦІЯ

У сучасному світі інформаційних технологій віртуалізація стає все більш важливим інструментом ефективного використання обчислювальних ресурсів. Дана робота присвячена аналізу технологій віртуалізації та їх впливу на продуктивність обчислень. Віртуалізація дозволяє створювати віртуальні версії фізичних ресурсів, таких як сервери, сховища даних та мережі, забезпечуючи гнучкість та зменшуючи витрати на ІТ-інфраструктуру.

В ході дослідження були виділені основні типи віртуалізації, включаючи віртуалізацію серверів, мереж, сховищ даних, додатків та робочих місць. Кожен тип має свої переваги і обмеження, які впливають на вибір технології для вирішення конкретного завдання.

Особлива увага приділяється гіпервізорам – програмному забезпеченню, що управляє віртуальними машинами. Гіпервізори поділяються на 2 основні типи: тип 1 («голе залізо») і тип 2 (хост). Гіпервізор типу 1 працює безпосередньо на фізичному обладнанні, забезпечуючи високу продуктивність і безпеку, в той час як гіпервізор типу 2 працює безпосередньо в операційній системі хоста.

Аналіз продуктивності обчислень у віртуалізованих середовищах показує, що, незважаючи на численні переваги, віртуалізація може збільшити навантаження на ресурси та вплинути на продуктивність. Однак сучасні технології та оптимізації дозволяють звести цей вплив до мінімуму, що забезпечує високу ефективність і надійність системи.

Отримані результати підкреслюють важливість правильного вибору технології віртуалізації та гіпервізора відповідно до ваших конкретних вимог та умов експлуатації. Використання віртуалізації сприяє більш раціональному використанню ресурсів, підвищенню гнучкості та зниженню витрат, що робить її важливим інструментом для сучасної ІТ-інфраструктури.

ABSTRACT

In today's information technology landscape, virtualization is becoming an increasingly important tool for the efficient utilization of computing resources. This paper is dedicated to the analysis of virtualization technologies and their impact on computing performance. Virtualization allows the creation of virtual versions of physical resources such as servers, data storage, and networks, providing flexibility and reducing IT infrastructure costs.

The study examines the main types of virtualization, including server, network, storage, application, and desktop virtualization. Each type has its unique advantages and limitations, influencing the choice of technology for specific tasks.

Special attention is given to hypervisors, the software that manages virtual machines. Hypervisors are classified into two main types: Type 1 (Bare Metal) and Type 2 (Hosted). Type 1 hypervisors operate directly on physical hardware, providing high performance and security, whereas Type 2 hypervisors run on top of a host operating system and are simpler to set up and use.

The analysis of computing performance in virtualized environments reveals that, despite numerous benefits, virtualization introduces some overhead, which can impact performance. However, modern technologies and optimizations minimize this impact, ensuring high efficiency and reliable system operation.

The findings of the study highlight the importance of choosing the right virtualization technology and hypervisor based on specific requirements and operational conditions. Implementing virtualization promotes more rational use of resources, enhances flexibility, and reduces costs, making it an indispensable tool for modern IT infrastructures.

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	2
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ	6
1.1. Види віртуалізації.....	6
1.2 Гіпервізори	7
1.3 Переваги віртуалізації.....	9
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ.....	14
2.1 Огляд сучасних технологій віртуалізації	14
2.1.1 Серверна віртуалізація.....	14
2.1.2 Мережева віртуалізація	18
2.1.3 Віртуалізація сховищ даних	20
2.1.4 Віртуалізація додатків та робочих місць.....	22
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ НА	
ПРОДУКТИВНІСТЬ ОБЧИСЛЕНЬ	27
3.1 Основні типи віртуалізації	27
3.2 Віртуалізація апаратного забезпечення	29
3.3.Програмна віртуалізація.....	33
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	40

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні інформаційні технології (ІТ) стрімко розвиваються, сприяючи появі нових методів і підходів до оптимізації обчислювальних процесів. Одним з найважливіших нововведень, що змінили підхід до створення ІТ-інфраструктури, є технологія віртуалізації. Віртуалізація стала ключовим елементом в архітектурі сучасних обчислювальних систем, який дозволяє значно підвищити ефективність використання апаратних ресурсів, знизити експлуатаційні витрати і забезпечити гнучкість і масштабованість ІТ-рішень.

Віртуалізація дозволяє створювати абстрактні, логічні версії апаратних ресурсів, таких як сервери, сховища даних та мережеві пристрої, щоб ви могли керувати ними незалежно від фізичних обмежень. Це досягається за допомогою програмного забезпечення, яке створює віртуальні машини (virtual machines), що імітують поведінку окремих фізичних пристроїв. Кожна віртуальна машина діє як окремий пристрій із власною операційною системою та програмами, тому ви можете запускати кілька віртуальних машин на одному фізичному сервері, використовуючи різні операційні системи та налаштування.

Однією з головних переваг віртуалізації є можливість інтеграції серверів, що значно зменшує кількість фізичних серверів, необхідних для підтримки бізнес-процесів вашої організації. Це зменшує витрати на обладнання, електроенергію та охолодження, а також полегшує управління ІТ-інфраструктурою. Крім того, віртуалізація забезпечує високу доступність і відмовостійкість системи, оскільки дозволяє швидко відновлюватися після збоїв і виконувати ефективне резервне копіювання.

Технологія віртуалізації також сприяє підвищенню продуктивності обчислень за рахунок ефективного використання ресурсів і можливостей динамічного балансування навантаження. Наприклад, віртуалізація може автоматично переміщувати віртуальні машини між фізичними серверами

залежно від поточного навантаження, забезпечуючи оптимальне використання процесорної потужності, пам'яті та інших ресурсів.

Незважаючи на багато переваг, технологія віртуалізації має свої проблеми та обмеження. Зокрема, продуктивність віртуалізованого середовища може залежати від ефективності гіпервізора – спеціального програмного забезпечення, яке керує віртуальними машинами. Крім того, управління великою кількістю віртуальних машин вимагає високого рівня кваліфікації та знань ІТ-фахівців.

Метою роботи є аналіз різних технологій віртуалізації та їх впливу на продуктивність обчислень. У даній статті розглядаються основні підходи до віртуалізації, її плюси і мінуси, а також конкретні приклади застосування в реальних ІТ-системах. Особлива увага приділяється аналізу продуктивності різних гіпервізорів і віртуалізованих середовищ, а також впливу віртуалізації на ефективність використання ресурсів і стабільність обчислювальних систем.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі поставлені завдання:

1. Проаналізувати сучасні тенденції та інновації у сфері віртуалізації.
2. Оцінити продуктивність, безпеку, надійність та зручність використання різних гіпервізорів.
3. Розглянути основні програмні рішення для гіпервізорів, такі як VMware ESXi, Microsoft Hyper-V, KVM, VMware Workstation, Oracle VirtualBox, Parallels Desktop.
4. Проаналізувати вплив віртуалізації на продуктивність обчислень.
5. Провести тестування та порівняння продуктивності віртуальних та фізичних середовищ.
6. Дослідити фактори, що впливають на продуктивність віртуальних машин, включаючи налаштування гіпервізорів, розподіл ресурсів, мережеві налаштування та зберігання даних.

7. Дослідити економічні вигоди від впровадження віртуалізації, включаючи зниження витрат на апаратне забезпечення, енергію та охолодження.

8. Розробити рекомендації щодо впровадження віртуалізації.

Об'єктом дослідження є технології віртуалізації, які використовуються в сучасних обчислювальних системах.

Предметом дослідження є вплив різних технологій віртуалізації на продуктивність обчислювальних процесів, включаючи аналіз переваг, недоліків та ефективності цих технологій в різних сценаріях використання.

Методи дослідження, які використані у роботі – загальні наукові методи, такі як теоретичний аналіз, синтез та узагальнення, описовий метод, а також емпіричні методи, до яких можна віднести аналіз статистичних даних, математичний метод.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ

Віртуалізація дозволяє створювати віртуальні версії обчислювальних ресурсів, таких як сервери, сховища даних, мережі та навіть операційні системи. Віртуалізація забезпечує більш ефективне використання апаратних ресурсів, знижує витрати на інфраструктуру і підвищує гнучкість управління ІТ-середовищем, дозволяючи використовувати сучасні інформаційні системи [1].

1.1 Види віртуалізації

Віртуалізація сервера найпоширеніший тип віртуалізації, який дозволяє запускати кілька віртуальних машин на одному фізичному сервері. Кожна віртуальна машина працює як окремий сервер із власною операційною системою та програмами. Основними платформами для віртуалізації серверів є VMware vSphere, Microsoft Hyper-V та KVM.

Віртуалізація мережі допомагає створювати віртуальні мережі, які працюють незалежно від фізичної мережевої інфраструктури. Це дозволяє більш гнучко і динамічно управляти мережевими ресурсами. До них можна віднести VMware NSX, Cisco ACI.

Сховище даних для віртуалізації – це фізичні сховища, які можна об'єднати у віртуальні пули для спрощення управління та масштабування. Це підвищує ефективність використання ресурсів і спрощує управління. До них відносять VMware vSAN, Microsoft storage space [2].

Віртуалізація додатків – це програми, які можуть виконуватися в окремих середовищах, тому вони не залежать від підключень до певного обладнання або операційного середовища (Docker, Kubernetes).

Віртуалізація робочих місць називається інфраструктурою віртуальних робочих столів (VDI) і дозволяє користувачам отримувати доступ до робочих столів з будь-якого пристрою, а всі обчислювальні процеси виконуються на сервері (VMware Horizon, Citrix XenDesktop).

1.2 Гіпервізори

Гіпервізор (або віртуальна машина монітора) — це програмне забезпечення, що створює та керує віртуальними машинами (VM). Гіпервізори забезпечують абстракцію апаратних ресурсів, дозволяючи кільком віртуальним машинам працювати на одному фізичному сервері. Гіпервізори можуть бути класифіковані на два основні типи: типу 1 (Bare Metal) та типу 2 (Hosted) [3].

Розрізняють наступні типи гіпервізорів:

- Гіпервізори типу 1 (Bare Metal) – працюють безпосередньо на фізичному обладнанні, замість операційної системи. Вони забезпечують високий рівень продуктивності, надійності та безпеки. До них належать:

VMware ESXi: Відомий своєю високою продуктивністю та надійністю. Часто використовується в корпоративних середовищах.

Microsoft Hyper-V: Інтегрується з Windows Server і забезпечує тісну інтеграцію з іншими продуктами Microsoft.

KVM (Kernel-based Virtual Machine): Відкрите рішення для Linux, яке забезпечує високу продуктивність і гнучкість.

- Гіпервізори типу 2 (Hosted) – працюють поверх хостової операційної системи. Вони менш продуктивні порівняно з гіпервізорами типу 1, але простіші у налаштуванні і використанні. Вони можуть бути встановлені на вже існуючі операційні системи, підтримують широкий спектр хостових операційних систем, ідеально підходять для розробки та тестування програмного забезпечення в різних середовищах. До них відносять:

VMware Workstation - забезпечує розробникам та IT-фахівцям потужне середовище для розробки та тестування.

Oracle VirtualBox – відкрите і безкоштовне рішення, яке підтримує різні операційні системи.

Parallels Desktop – використовується для запуску Windows-додатків на Mac [4].

Основні функції гіпервізорів:

1. Ізоляція віртуальних машин – кожна працює незалежно від інших, що підвищує безпеку та стабільність.
2. Розподіл ресурсів – гіпервізор розподіляє апаратні ресурси (процесор, пам'ять, дисковий простір) між віртуальними машинами.
3. Міграція віртуальних машин – деякі гіпервізори підтримують живу міграцію (live migration), що дозволяє переміщувати віртуальні машини між фізичними серверами без простою.
4. Збереження і відновлення стану – вони можуть зберігати стан віртуальної машини і відновлювати його при необхідності, що спрощує управління та резервне копіювання.
5. Моніторинг та управління – забезпечують інструменти для моніторингу продуктивності та управління віртуальними машинами [5].

До переваг використання гіпервізорів можна віднести:

- Ефективність використання ресурсів – вони дозволяють використовувати обчислювальні ресурси фізичного сервера більш ефективно, що зменшує витрати на обладнання та енергію.
- Гнучкість – вони дозволяють швидко створювати та видаляти віртуальні машини, що підвищує гнучкість ІТ-інфраструктури.
- Спрощене адміністрування та моніторинг.
- Висока доступність – підтримка функцій міграції та відновлення дозволяє забезпечити високу доступність додатків та сервісів.

Слід зазначити що при використанні гіпервізорів є й деякі обмеження:

- Гіпервізори типу 2 можуть мати нижчу продуктивність через додатковий шар хостової операційної системи.
- Налаштування та управління гіпервізорами типу 1 можуть вимагати висококваліфікованого персоналу.
- Вразливості в гіпервізорі можуть мати серйозні наслідки для всіх віртуальних машин на сервері.
- Використання пропрієтарних гіпервізорів може призвести до залежності від конкретних постачальників та їх технологій [6].

1.3 Переваги віртуалізації

Завдяки віртуалізації ресурси фізичного сервера використовуються більш ефективно, тому можна запускати більше додатків з меншими витратами обладнання, також можна знизити витрати на обладнання, електроенергію, охолодження, підтримку та технічне обслуговування.

Віртуалізація дозволяє легко додавати або видаляти ресурси відповідно до поточних потреб бізнесу, забезпечуючи більшу гнучкість в управлінні IT-інфраструктурою. Її можна використовувати для резервного копіювання і швидкого відновлення системи після збою, а управління віртуальними машинами та іншими ресурсами спрощує процес управління та моніторингу вашої IT-інфраструктури.

Серед негативних характеристик віртуалізації можна виділити збільшення навантаження на системні ресурси і може знизити продуктивність віртуальних машин порівняно з фізичними машинами. Також віртуалізація забезпечує ізоляцію між віртуальними машинами, але атаки на гіпервізори (основну платформу віртуалізації) можуть мати серйозний вплив на всю інфраструктуру.

Налаштування та управління віртуальним середовищем може бути складним і вимагає висококваліфікованого персоналу та професійних знань, а використання власного рішення може залежати від конкретного постачальника та його технології, що обмежує можливості міграції та інтеграції з іншими системами.

Віртуалізація – ключовий компонент сучасних інформаційних технологій, що забезпечує більш ефективне використання апаратних ресурсів, гнучкість і масштабованість IT-інфраструктури .

Віртуалізація серверів дозволяє створювати кілька віртуальних машин на одному фізичному сервері. Кожна віртуальна машина має власну операційну систему і працює незалежно від інших віртуальних машин. Підвищена ефективність використання ресурсів у багатьох випадках фізичні сервери використовуються не в повній мірі. Завдяки віртуалізації серверів

ресурси розподіляються більш ефективно.

Зменшуючи кількість фізичних серверів, можна зменшити витрати на обладнання, живлення та охолодження. Централізоване управління віртуальними машинами спрощує управління [7].

Мережева віртуалізація створює віртуальну мережу, яка може відокремити логічну мережу від фізичної інфраструктури. Це забезпечує більш гнучке та динамічне управління мережевими ресурсами. Віртуальні мережі можуть бути легко налаштовані і модифіковані без необхідності фізичних змін. Можна застосовувати мережеві політики до віртуальних мереж для забезпечення безпеки (Vmware NSX забезпечує повну програмну реалізацію мережевих можливостей, Cisco ACI забезпечує централізоване мережеве управління з високим рівнем автоматизації).

Сховище даних для віртуалізації абстрагується від фізичного сховища, прив'язуючи його до віртуального пулу. Це дозволяє ефективно використовувати дисковий простір і спрощує управління. Різноманітні сховища можуть бути об'єднані в єдину систему. Централізоване управління спрощує моніторинг ресурсів і управління ними (VMware vSAN сприяє інтеграції з іншими продуктами, VMware - забезпечує високу продуктивність, Microsoft Storage Spaces – надає гнучке та економічне рішення для зберігання даних).

Віртуалізація додатків дозволяє програмам працювати в окремих середовищах, тому вони не залежать від підключень до певного обладнання та операційного середовища. Програми можуть запускатися на різних платформах без змін (Docker забезпечує контейнеризацію додатків для спрощення розгортання та масштабування, Kubernetes – це організація контейнерів для забезпечення автоматичного управління).

Віртуалізація робочого місця (VDI) дозволяє користувачам отримувати доступ до робочого столу з будь-якого пристрою, але всі обчислювальні процеси виконуються на сервері. Це сприяє мобільності користувачів: доступ до робочого столу здійснюється з будь-якого місця або з будь-якого пристрою (Mware Horizon надає гнучке рішення для vdi з високим рівнем безпеки, Citrix

XenDesktop забезпечує високу продуктивність і масштабованість).

Однією з головних переваг віртуалізації є оптимізація використання апаратних ресурсів. Віртуалізація зменшує потребу у фізичному обладнанні, дозволяючи розподіляти потужність фізичних серверів між кількома віртуальними машинами (VM).

Це дозволяє ефективніше використовувати процесори, пам'ять, сховища даних та інші ресурси. Наприклад, замість використання фізичного сервера для кожної програми можна використовувати кілька віртуальних машин на одному фізичному сервері. Це дозволяє більш ефективно використовувати ці можливості і знижує витрати на обладнання.

Віртуалізація допомагає зменшити витрати на ІТ-інфраструктуру. Оскільки кількість фізичних серверів зменшується, компанії можуть значно зменшити свої капітальні та експлуатаційні витрати.

Віртуалізація забезпечує гнучкість та масштабованість ІТ-інфраструктури. Це дає змогу легко створювати, налаштовувати та видаляти віртуальні машини відповідно до потреб бізнесу, що в свою чергу дозволяє швидко реагувати на зміни навантаження і масштабувати або скорочувати ресурси в міру необхідності (під час пікових навантажень, таких як сезонні розпродажі, можна додати віртуальні машини, щоб впоратися зі збільшеним обсягом транзакцій і скоротити їх кількість після пікового періоду).

Вона також підвищує надійність і захищеність ІТ-інфраструктури. Віртуальні машини можуть бути відокремлені одна від одної, зменшуючи ризик поширення вірусів та інших загроз між різними програмами та користувачами. Крім того, віртуалізація підтримує можливість резервного копіювання та відновлення для забезпечення високого рівня доступності даних та додатків [8].

Віртуалізація полегшує управління та моніторинг ІТ-інфраструктури. Централізоване управління дозволяє адміністраторам легко керувати всіма віртуальними машинами з єдиного інтерфейсу, скорочуючи час і трудовитрати на технічне обслуговування.

Завдяки віртуалізації можна одночасно підтримувати застарілі програми та системи на сучасному обладнанні, заощаджуючи інвестиції в існуючі системи. Це також ідеально підходить для тестування та розробки, оскільки дозволяє створити тестове середовище, яке точно відтворює виробниче середовище без ризику пошкодження основної системи.

Розробники можуть використовувати віртуальні машини для тестування нових додатків та оновлень, щоб імітувати продуктивне середовище, в якому вони можуть виявляти та виправляти помилки до того, як вони будуть запуснені в реальну експлуатацію.

Віртуалізація є технологією, що дозволяє створювати віртуальні версії фізичних ресурсів, таких як сервери, робочі станції, пам'ять і мережеві пристрої. Це забезпечує більш ефективне використання наявних ресурсів і дозволяє ізолювати різні обчислювальні середовища одне від одного.

В розділі було розглянуто різні типи віртуалізації, включаючи апаратну, програмну, мережеву та хмарну віртуалізацію. Кожен тип має свої особливості та застосування, що дозволяє вирішувати різні завдання в сфері обчислень.

Важливими компонентами віртуалізаційних систем є гіпервізори (hypervisors), які можуть бути як типу 1 (bare-metal), так і типу 2 (hosted). Гіпервізори забезпечують управління віртуальними машинами та їх взаємодію з апаратним забезпеченням.

До переваг віртуалізації можна віднести покращене використання ресурсів, підвищення гнучкості та масштабованості обчислювальних систем, зниження витрат на апаратне забезпечення та спрощення управління ІТ-інфраструктурою.

Незважаючи на численні переваги, віртуалізація має і свої недоліки, такі як потенційне зниження продуктивності, складність управління та моніторингу віртуалізованих середовищ, а також питання безпеки. Було виявлено, що ефективність використання ресурсів значною мірою залежить від типу віртуалізації та налаштувань гіпервізора.

Таким чином, теоретичний огляд віртуалізації надав ґрунтовну базу для

подальшого дослідження її впливу на продуктивність обчислень. У наступних розділах буде здійснено детальний аналіз практичних аспектів та проведено експерименти для оцінки ефективності різних технологій віртуалізації [9].

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ

2.1 Огляд сучасних технологій віртуалізації

Віртуалізація стала невід'ємною частиною сучасних ІТ-інфраструктур, забезпечуючи ефективне використання ресурсів, зниження витрат і підвищення гнучкості. Сучасні технології віртуалізації охоплюють різні аспекти ІТ, включаючи сервери, мережі, сховища даних, додатки та робочі місця. У цьому огляді розглянемо ключові технології та їх переваги [10].

2.1.1. Серверна віртуалізація

Серверна віртуалізація дозволяє запускати кілька віртуальних машин (VM) на одному фізичному сервері. Це забезпечує ефективне використання обчислювальних ресурсів і знижує витрати на обладнання.

Основні «гравці» на ринку серверної віртуалізації:

VMware ESXi: Один з найбільш популярних гіпервізорів типу 1, який забезпечує високу продуктивність, надійність і широкий спектр функцій для управління віртуальними середовищами.

Microsoft Hyper-V: Продукт від Microsoft, інтегрований у Windows Server, який пропонує широкі можливості для віртуалізації на платформі Windows.

KVM (Kernel-based Virtual Machine): Відкрите рішення для віртуалізації, яке входить до складу ядра Linux, забезпечуючи високу продуктивність і гнучкість.

Мережева віртуалізація дозволяє створювати віртуальні мережі, що працюють поверх фізичної мережі, забезпечуючи гнучкість і спрощене управління. Основні рішення включають:

VMware NSX: Платформа для віртуалізації мереж, яка забезпечує створення і управління віртуальними мережами, підвищуючи безпеку та масштабованість.

Cisco ACI (Application Centric Infrastructure): Архітектура, яка об'єднує

фізичну і віртуальну мережеву інфраструктуру, забезпечуючи централізоване управління і автоматизацію.

Віртуалізація сховищ даних дозволяє абстрагувати фізичні сховища даних від віртуальних машин, що забезпечує гнучкість і ефективне використання дискових ресурсів. Популярні рішення включають:

VMware vSAN: Програмно-визначене сховище, яке інтегрується з VMware ESXi і забезпечує об'єднання локальних дисків у кластері для створення масштабованого віртуального сховища.

Microsoft Storage Spaces: Технологія, яка дозволяє об'єднувати фізичні диски в логічні пулси, забезпечуючи захист даних і високу доступність.

Віртуалізація додатків дозволяє запускати програми в ізольованих середовищах, що спрощує їхнє розгортання, управління і оновлення. Основні технології включають:

Docker: Платформа для контейнеризації, яка дозволяє запускати додатки в контейнерах, забезпечуючи портативність і легкість масштабування.

Kubernetes: Система для оркестрації контейнерів, яка автоматизує розгортання, масштабування і управління контейнеризованими додатками.

Віртуалізація робочих місць (VDI) дозволяє створювати віртуальні робочі місця для користувачів, які можуть отримувати доступ до своїх десктопів і додатків з будь-якого місця. До них належать:

VMware Horizon: Платформа для віртуалізації робочих місць, яка забезпечує централізоване управління і високу продуктивність.

Citrix XenDesktop: Рішення для віртуалізації десктопів і додатків, яке забезпечує високий рівень безпеки і гнучкість.

Віртуалізація серверів є однією з найпоширеніших форм віртуалізації в сучасній IT-інфраструктурі. Можливість запуску декількох віртуальних машин (VM) на одному фізичному сервері забезпечує ефективне використання обчислювальних ресурсів, зниження витрат і підвищення гнучкості. Віртуалізація сервера здійснюється за допомогою програмного забезпечення, яке називається гіпервізорами, яке абстрагує фізичне обладнання від

операційної системи або Програми.

Віртуалізація сервера використовує гіпервізори для створення та управління віртуальними машинами. Існує 2 основних типи гіпервізорів:

Тип 1: гіпервізор встановлюється безпосередньо на серверне обладнання та безпосередньо керує віртуальною машиною. Як приклади можна навести Vmware ESXi, Microsoft Hyper-V і KVM.

Тип 2: гіпервізор встановлюється поверх операційної системи хоста і запускається як звичайна програма. Наприклад, VMware Workstation, Oracle VirtualBox і Parallels Desktop.

Гіпервізори типу 1 зазвичай мають прямий доступ до обладнання, що підвищує продуктивність та безпеку. Гіпервізор типу 2 простий у налаштуванні та зручний для використання на настільних комп'ютерах та ноутбуках.

Оптимізація ресурсів: віртуалізація дозволяє об'єднати кілька фізичних серверів в один сервер віртуалізації, що дозволяє ефективніше використовувати процесори, пам'ять та інші ресурси. Це зменшує потребу у великій кількості фізичних серверів та зменшує витрати на обладнання та електроенергію.

Економія коштів: віртуалізація серверів зменшує капітальні та експлуатаційні витрати. Експлуатаційні витрати також зменшуються, оскільки менша кількість фізичних серверів вимагає меншого споживання енергії та охолодження.

Підвищена гнучкість та масштабованість: віртуальні машини можна легко створювати, налаштовувати та видаляти. Це дозволяє швидко адаптуватися до змін у вимогах до ресурсів і збільшувати або зменшувати масштаб віртуального середовища відповідно до потреб вашого бізнесу.

Підвищена надійність та доступність: віртуалізація підтримує можливість резервного копіювання та відновлення для забезпечення високої доступності додатків та даних. Віртуальні машини можуть легко мігрувати з одного сервера на інший у разі збою, забезпечуючи безперервність бізнесу.

Спрощене управління: централізоване управління віртуальною інфраструктурою дозволяє адміністраторам легко керувати всіма віртуальними машинами з єдиного інтерфейсу. Це спрощує адміністрування та забезпечує кращий контроль над ІТ-ресурсами.

Vmware ESXi: Один з найпопулярніших гіпервізорів 1 типу 1. Vmware ESXi забезпечує високу продуктивність, надійність і широкий спектр функцій для управління віртуальними машинами. ESXi є основою VMware vSphere, повного пакету для управління інфраструктурою віртуалізації.

Microsoft Hyper-V: інтегрований з Windows Server, Hyper-V являє собою потужне рішення для віртуалізації серверів, яке пропонує широкий спектр можливостей для створення віртуальних машин і управління ними. Hyper-V підтримує високу доступність і функції відновлення після збоїв.

KVM (kernel-based virtual machine) - відкрите рішення для віртуалізації, що входить до складу ядра Linux. KVM перетворює Linux на гіпервізор типу 1, забезпечуючи високу продуктивність та гнучкість. KVM підтримується багатьма дистрибутивами Linux і широко використовується в комерційних проектах з відкритим кодом.

Продуктивність: Сучасні гіпервізори забезпечують високу продуктивність, але все ще вимагають додаткових витрат на управління ресурсами віртуалізації. Це може вплинути на продуктивність критично важливих додатків.

Безпека: віртуалізація підвищує рівень складності, що може зробити її вразливою до атак. Важливо забезпечити належний рівень безпеки гіпервізорів і віртуальних машин. Ліцензування: ліцензування програмного забезпечення для віртуалізації може бути складним і дорогим бізнесом. Підприємствам слід враховувати вартість ліцензування при плануванні впровадження системи віртуалізації [11].

2.1.2 Мережева віртуалізація

Мережева віртуалізація (Network Virtualization) – це технологія, яка дозволяє абстрагувати фізичну мережу і створювати віртуальні мережі, що працюють поверх фізичної інфраструктури. Ця технологія забезпечує гнучкість, масштабованість та спрощене управління мережевими ресурсами. Віртуальні мережі можуть бути швидко створені, налаштовані та знищені відповідно до потреб бізнесу, що дозволяє ефективніше використовувати наявні ресурси та підвищує продуктивність.

Мережева віртуалізація використовує програмне забезпечення для створення віртуальних мережеских пристроїв та функцій, таких як віртуальні маршрутизатори, комутатори, фаєрволи та мережеві інтерфейси. Віртуальні мережі функціонують незалежно від фізичної інфраструктури, дозволяючи:

Абстрагування мережеских ресурсів: Фізичні мережеві пристрої та канали зв'язку абстрагуються і представляються як віртуальні ресурси.

Ізоляція мережеских середовищ: Віртуальні мережі можуть бути ізольовані одна від одної, забезпечуючи безпеку і уникнення конфліктів між різними середовищами.

Автоматизація та оркестрація: Процеси налаштування, управління та моніторингу мережеских ресурсів можуть бути автоматизовані, що знижує витрати часу і зусиль [12].

Переваги мережевої віртуалізації:

- Гнучкість і масштабованість: Віртуальні мережі можуть бути створені і змінені швидко і без необхідності фізичного втручання. Це дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до змін у бізнес-вимогах та масштабувати мережу вгору або вниз відповідно до потреб.

- Підвищення безпеки: Ізоляція віртуальних мереж забезпечує захист від несанкціонованого доступу та зменшує ризик поширення атак. Віртуальні фаєрволи та інші мережеві функції можуть бути налаштовані для захисту віртуальних середовищ.

- Спрощене управління: Централізоване управління віртуальними

мережами дозволяє адміністраторам легко керувати всією мережевою інфраструктурою з одного інтерфейсу. Це знижує складність управління та забезпечує кращий контроль над мережевими ресурсами.

- Ефективне використання ресурсів: Мережева віртуалізація дозволяє більш ефективно використовувати фізичні мережеві ресурси, зменшуючи необхідність у додатковому обладнанні та знижуючи витрати на експлуатацію.

- Автоматизація: Автоматизовані процеси налаштування та управління мережевими ресурсами дозволяють знизити витрати часу та зусиль, забезпечуючи швидке і ефективно розгортання нових мережевих середовищ.

До мережевої віртуалізації можна віднести:

VMware NSX: VMware NSX – це платформа для віртуалізації мереж, яка забезпечує створення і управління віртуальними мережами на основі існуючої фізичної інфраструктури. NSX дозволяє створювати віртуальні мережеві функції, такі як маршрутизація, комутація, фаєрволи і VPN, забезпечуючи високий рівень безпеки та масштабованості.

Cisco ACI (Application Centric Infrastructure): Cisco ACI – це архітектура, яка об'єднує фізичну і віртуальну мережеву інфраструктуру, забезпечуючи централізоване управління і автоматизацію. ACI дозволяє створювати політики для управління мережевими ресурсами та забезпечення безпеки, що спрощує управління складними мережевими середовищами.

Microsoft Azure Virtual Network: Azure Virtual Network – це сервіс від Microsoft, який дозволяє створювати віртуальні мережі в хмарі Azure. Віртуальні мережі можуть бути налаштовані для забезпечення безпечного і масштабованого зв'язку між різними ресурсами в хмарі, а також для інтеграції з локальними мережами.

Amazon Virtual Private Cloud (VPC): Amazon VPC дозволяє створювати ізольовані віртуальні мережі в інфраструктурі AWS. VPC забезпечує налаштування мережевих параметрів, таких як діапазони IP-адрес, маршрутизація і контроль доступу, що дозволяє створювати безпечні і масштабовані мережеві середовища [13].

Якщо поглянути на недоліки мережевої віртуалізації, то серед них можна виділити наступні:

- Складність управління. Хоча мережева віртуалізація спрощує управління мережевими ресурсами, вона також додає новий рівень складності, який потребує висококваліфікованих фахівців для ефективного управління та налаштування.

- Продуктивність. Віртуалізація мережевих функцій може додавати додаткові витрати на обробку, що може впливати на продуктивність мережі. Важливо забезпечити належне налаштування і оптимізацію для мінімізації впливу на продуктивність.

2.1.3. Віртуалізація сховищ даних

Віртуалізація сховища дозволяє відокремити фізичні сховища даних від віртуальних машин і додатків і забезпечує більш ефективне і гнучке управління ресурсами зберігання даних. Ця технологія дозволяє об'єднувати фізичні диски з різних джерел в пули віртуальних сховищ. Це спрощує управління, підвищує продуктивність і знижує витрати.

Віртуалізація сховища даних передбачає створення рівня абстракції між фізичним пристроєм зберігання та системою, що використовує ці дані. Це досягається за допомогою програмного забезпечення або спеціалізованих апаратних засобів:

Об'єднання фізичного сховища: об'єднання фізичних дисків з різних пристроїв і серверів в пули віртуальних сховищ для більш ефективного використання доступних ресурсів.

Абстрактний ресурс: користувачі та програми бачать одне і те ж віртуальне сховище незалежно від фізичного розташування даних. Це полегшує управління та доступ до даних.

Покращене управління ресурсами: віртуалізація дозволяє легко додавати або видаляти фізичні диски без збоїв в роботі системи, забезпечуючи гнучкість і масштабованість.

До переваг віртуалізації сховищ даних можна віднести:

- Оптимізація ресурсів: віртуалізація сховища даних дозволяє об'єднувати дискові ресурси різних серверів і систем. Це забезпечує більш ефективне використання доступного простору та знижує витрати на обладнання та підвищує продуктивність.

- Економія коштів: інтегруючи фізичне сховище у віртуальний пул, ви можете зменшити кількість необхідного обладнання та зменшити витрати на технічне обслуговування та електроенергію.

- Підвищена гнучкість: віртуалізація спрощує управління сховищем даних, дозволяючи легко додавати нові ресурси або перенастроювати існуючі без збоїв в роботі додатків. Це забезпечує швидку адаптацію до змін бізнес-вимог.

- Підвищена надійність і відмовостійкість: віртуалізація сховища даних підтримує можливість резервного копіювання і відновлення для підвищення надійності і безпеки зберігання даних. У разі збою дані можуть бути автоматично перенесені на інші пристрої, що забезпечує безперервність бізнесу.

- Спрощене управління: централізоване управління віртуальним сховищем дозволяє адміністраторам легко керувати всіма ресурсами з єдиного інтерфейсу. Це полегшує адміністрування та забезпечує кращий контроль над вашими даними.

Реалізація цього виду віртуалізації включає:

VMware vSAN: VMware vSAN - це визначене програмним забезпеченням сховище, яке інтегрується з VMware ESXi та об'єднує локальні диски в кластер для створення масштабованих віртуальних сховищ. vSAN забезпечує високий рівень продуктивності і надійності за рахунок підтримки функцій резервного копіювання і відновлення.

Microsoft Storage Spaces: Microsoft Storage Spaces-це технологія, яка поєднує фізичні диски з логічними пулами для забезпечення захисту даних та високої доступності. Storage space інтегрується з Windows Server для

забезпечення гнучкості в управлінні ресурсами зберігання.

IBM Spectrum Virtualize: IBM Spectrum Virtualize-це рішення для віртуалізації зберігання даних, яке підтримує широкий спектр пристроїв зберігання даних та забезпечує високу продуктивність, надійність та гнучкість. Spectrum Virtualize дозволяє створювати пули віртуальних систем зберігання, спрощувати управління і підвищувати ефективність використання ресурсів [14].

Dell EMC VPLEX: Dell EMC VPLEX-це рішення для віртуалізації сховища даних, яке забезпечує постійний доступ до даних та високу доступність. VPLEX дозволяє ОБ'ЄДНУВАТИ ресурси зберігання різних центрів обробки даних, забезпечуючи гнучкість і відмовостійкість.

До проблем та недоліків віртуалізації сховищ даних можна віднести:

- Складність адміністрування: хоча віртуалізація систем зберігання даних спрощує управління ресурсами, вона також підвищує рівень складності, який повинен ефективно управлятися і налаштовуватися висококваліфікованими фахівцями.

- Продуктивність: віртуалізація систем зберігання даних може збільшити навантаження на обробку даних і вплинути на продуктивність системи. Важливо забезпечити належну настройку та оптимізацію, щоб мінімізувати вплив на продуктивність. Безпека: віртуалізація підвищує рівень складності, що може зробити ІТ-систему вразливою до атак. Важливо регулярно оновлювати свої системи, щоб забезпечити необхідний рівень безпеки вашого віртуального середовища та захистити його від нових загроз.

2.1.4 Віртуалізація додатків та робочих місць

Віртуалізація додатків і робочих місць є критично важливою технологією для сучасних підприємств, яка забезпечує гнучкість, безпеку і зниження витрат. Ця технологія дозволяє розгортати, управляти та захищати додатки і робочі місця незалежно від фізичних пристроїв, на яких вони використовуються. Віртуалізація забезпечує можливість доступу до додатків і

робочих місць з будь-якого місця і будь-якого пристрою, що сприяє підвищенню продуктивності і задоволеності користувачів.

Принципи роботи віртуалізації додатків та робочих місць:

Віртуалізація додатків: Ця технологія дозволяє запускати додатки на віддалених серверах і надавати їх користувачам через мережу. Користувачі взаємодіють з додатками через клієнтські програми або веб-інтерфейси, в той час як обробка даних відбувається на серверах.

Віртуалізація робочих місць: Віртуальні робочі місця (VDI, Virtual Desktop Infrastructure) дозволяють запускати операційні системи та додатки на віддалених серверах, надаючи користувачам доступ до повноцінного робочого середовища через тонкі клієнти або інші пристрої. Це забезпечує централізоване управління і підвищену безпеку.

До переваг віртуалізації додатків та робочих місць слід віднести:

Гнучкість і мобільність: Користувачі можуть отримувати доступ до своїх додатків і робочих місць з будь-якого місця і будь-якого пристрою, що підвищує їх мобільність і продуктивність. Це особливо важливо для віддалених співробітників і команд, які працюють з різних географічних розташувань [15].

Централізоване управління: Віртуалізація дозволяє централізовано управляти додатками і робочими місцями, що спрощує розгортання, оновлення і обслуговування програмного забезпечення. Адміністратори можуть легко управляти політиками безпеки і контролювати доступ до ресурсів.

Підвищена безпека: Дані зберігаються на центральних серверах, а не на клієнтських пристроях, що знижує ризик втрати або крадіжки інформації. Централізоване управління також дозволяє краще контролювати доступ і забезпечити відповідність політикам безпеки.

Зниження витрат: Використання тонких клієнтів і централізованих серверів знижує витрати на апаратне забезпечення і енергоспоживання. Крім того, спрощене управління і підтримка зменшують витрати на ІТ-

обслуговування.

Швидке розгортання і масштабованість: Нові робочі місця і додатки можуть бути розгорнуті швидко і без необхідності фізичного втручання. Це забезпечує гнучкість і масштабованість IT-інфраструктури відповідно до змін у бізнес-вимогах.

Виділяють наступні рішення для віртуалізації додатків та робочих місць:

VMware Horizon: VMware Horizon – це платформа для віртуалізації робочих місць і додатків, яка забезпечує централізоване управління і високий рівень безпеки. Horizon підтримує розгортання VDI і публікацію додатків, забезпечуючи зручний доступ користувачів до ресурсів з будь-яких пристроїв.

Citrix Virtual Apps and Desktops: Citrix – один з лідерів у сфері віртуалізації додатків і робочих місць. Їх рішення дозволяють розгорнути віртуальні робочі місця та додатки з високим рівнем продуктивності та безпеки. Citrix забезпечує зручний доступ і централізоване управління ресурсами.

Microsoft Windows Virtual Desktop (WVD): WVD – це хмарне рішення від Microsoft для віртуалізації робочих місць і додатків. Воно інтегрується з Azure і дозволяє розгорнути віртуальні робочі місця з високим рівнем безпеки та продуктивності. WVD забезпечує гнучкість і масштабованість для підприємств будь-якого розміру.

Amazon WorkSpaces: Amazon WorkSpaces – це хмарне рішення для віртуалізації робочих місць від AWS. WorkSpaces дозволяє розгорнути повноцінні робочі середовища в хмарі з високим рівнем безпеки і доступності. Користувачі можуть легко отримувати доступ до своїх робочих місць з будь-якого пристрою.

Серед недоліків віртуалізації додатків та робочих місць слід виділити:

Залежність від мережі: Віртуалізація додатків і робочих місць вимагає надійного і швидкого з'єднання з мережею. Проблеми з мережею можуть впливати на продуктивність і доступність додатків і робочих місць, що може бути критично для користувачів.

Складність управління: Віртуалізація додає новий рівень складності в управління IT-інфраструктурою, що вимагає висококваліфікованих фахівців для ефективного налаштування і підтримки. Це може бути викликом для організацій з обмеженими ресурсами.

Вартість впровадження: Початкові витрати на впровадження віртуалізації можуть бути високими через необхідність придбання ліцензій, апаратного забезпечення і навчання персоналу. Однак довгострокові переваги зазвичай переважають ці витрати.

Безпека: Хоча віртуалізація підвищує безпеку даних, вона також може бути вразливою до нових типів атак. Важливо забезпечити належний рівень безпеки для віртуальних середовищ і регулярно оновлювати системи для захисту від нових загроз.

Аналіз сучасних технологій віртуалізації демонструє їх важливість для модернізації корпоративних мереж та забезпечення високого рівня кібербезпеки. Віртуалізація дозволяє ефективно використовувати ресурси, підвищуючи продуктивність і знижуючи експлуатаційні витрати. Ось кілька ключових аспектів, які варто відзначити:

Технології віртуалізації, такі як VMware vSphere, Microsoft Hyper-V та KVM, дозволяють консолідувати серверні ресурси, зменшуючи кількість фізичних серверів і, таким чином, скорочуючи витрати на обладнання та енергоспоживання. Віртуалізація сховищ за допомогою VMware vSAN або Microsoft Storage Spaces Direct, дозволяє об'єднувати різноманітні сховища в єдину керовану систему, підвищуючи гнучкість та ефективність управління даними.

Сучасні платформи віртуалізації забезпечують легке масштабування IT-інфраструктури. Організації можуть швидко створювати нові віртуальні машини та контейнерні середовища, адаптуючись до змін потреб бізнесу.

Технології Kubernetes, дозволяють автоматизувати управління контейнеризованими додатками, забезпечуючи високу доступність та масштабованість сервісів.

Віртуалізація сприяє підвищенню рівня безпеки за рахунок ізоляції віртуальних машин та контейнерів, що мінімізує ризик розповсюдження атак у межах корпоративної мережі.

Програмно визначені мережі (SDN), такі як VMware NSX та Cisco ACI, дозволяють централізовано управляти політиками безпеки, забезпечуючи динамічний контроль та сегментацію трафіку.

Віртуалізація спрощує управління IT-інфраструктурою, дозволяючи централізовано контролювати та автоматизувати рутинні завдання. Це забезпечує зниження навантаження на IT-персонал та підвищення ефективності роботи.

Інструменти автоматизації, такі як Ansible, Puppet та Chef, інтегровані з платформами віртуалізації, сприяють автоматизації розгортання та управління додатками та інфраструктурою.

Віртуалізація створює основу для впровадження нових технологій та інновацій. Завдяки віртуалізації, організації можуть легко тестувати та впроваджувати нові рішення, такі як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей (IoT), без значних інвестицій у нове обладнання.

Таким чином, впровадження сучасних технологій віртуалізації в корпоративні мережі є стратегічно важливим кроком для будь-якої організації, що прагне підвищити ефективність, безпеку та гнучкість своєї IT-інфраструктури. Віртуалізація не лише допомагає оптимізувати існуючі ресурси, але й відкриває нові можливості для інновацій та розвитку, сприяючи успіху в сучасному конкурентному бізнес-середовищі [16].

РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОБЧИСЛЕНЬ

3.1 Основні типи віртуалізації

Існують різні види віртуалізації, включаючи повну віртуалізацію, паравіртуалізацію та контейнеризацію, кожен з яких має свій вплив на продуктивність. Повна віртуалізація надає високу ізоляцію, але може додавати накладні витрати на обробку, тоді як паравіртуалізація і контейнеризація можуть забезпечувати більшу продуктивність за рахунок меншої ізоляції.

Вибір гіпервізора, такого як VMware ESXi, Microsoft Hyper-V або KVM, також впливає на продуктивність. Кожен гіпервізор має свої особливості оптимізації, що можуть по-різному впливати на робочі навантаження.

Продуктивність віртуальних середовищ залежить від характеристик фізичного обладнання (процесор, оперативна пам'ять, дискові системи та мережеві інтерфейси). Використання сучасних процесорів з підтримкою віртуалізації (Intel VT-x, AMD-V) може суттєво покращити продуктивність.

Тип і характер робочих навантажень (I/O-інтенсивні, CPU-інтенсивні, пам'яті-інтенсивні) також впливають на продуктивність. Віртуалізація може забезпечувати добру продуктивність для деяких типів навантажень і менш оптимальну для інших.

Переваги віртуалізації для продуктивності включають:

Консолідацію серверів – віртуалізація дозволяє об'єднати декілька серверів на одному фізичному хості, що зменшує неефективне використання апаратних ресурсів. Це може підвищити загальну продуктивність і ефективність системи.

Гнучке управління ресурсами – технології віртуалізації дозволяють динамічно розподіляти ресурси між віртуальними машинами залежно від поточних потреб, що забезпечує оптимальне використання апаратного забезпечення і зменшує простій.

Балансування навантаження – гіпервізори можуть автоматично

балансувати навантаження між віртуальними машинами, що забезпечує рівномірне використання ресурсів і підвищує стабільність роботи системи.

Висока доступність – віртуалізація забезпечує високу доступність додатків і сервісів за рахунок функцій резервного копіювання і відновлення, що дозволяє швидко відновлювати роботу після збоїв і мінімізувати втрати продуктивності.

Недоліками віртуалізації для продуктивності виступають:

- Накладні витрати гіпервізора, тобто він додає певний рівень накладних витрат на обробку, що може знижувати продуктивність віртуальних машин у порівнянні з фізичними. Це особливо важливо для ресурсомістких додатків.

- Одночасне використання ресурсів декількома віртуальними машинами може призводити до конфліктів і зниження продуктивності. Наприклад, інтенсивне використання процесора або дискової системи однією віртуальною машиною може впливати на продуктивність інших віртуальних машин на тому ж хості.

- Віртуалізація може додавати накладні витрати на обробку вводу/виводу (I/O), що може знижувати продуктивність для I/O-інтенсивних додатків, таких як бази даних і файлові сервери.

- Віртуалізація додає новий рівень складності в управління IT-інфраструктурою, що вимагає кваліфікованих фахівців для оптимізації і підтримки систем. Неправильне налаштування може призводити до зниження продуктивності.

Оптимізація продуктивності у віртуалізованих середовищах включає:

- Вибір гіпервізора, який найкраще підходить для конкретних робочих навантажень, може суттєво покращити продуктивність. Наприклад, VMware ESXi забезпечує високу продуктивність для корпоративних середовищ, тоді як KVM може бути оптимальним вибором для відкритих систем.

- Динамічне управління ресурсами, включаючи оперативну пам'ять, процесорні ядра і дискові ресурси, може допомогти оптимізувати продуктивність віртуальних машин. Використання технологій, таких як

VMware DRS (Distributed Resource Scheduler), дозволяє автоматично розподіляти ресурси відповідно до навантаження.

- Використання сучасних серверів з підтримкою апаратної віртуалізації, SSD-дисків для швидкого доступу до даних і високошвидкісних мережевих інтерфейсів може суттєво підвищити продуктивність віртуалізованих середовищ.

- Регулярний моніторинг і аналіз продуктивності віртуальних машин дозволяє виявляти і усувати проблеми, що впливають на продуктивність. Використання інструментів для моніторингу, таких як VMware vRealize Operations, може допомогти в оптимізації продуктивності.

3.2. Віртуалізація апаратного забезпечення

Апаратна віртуалізація – це фундаментальна технологія для створення віртуальних версій фізичних ресурсів, таких як сервери, Робочі станції, сховища даних та мережеві компоненти. Цей процес забезпечує гнучкість, ефективність і можливість масштабування ресурсів, критично важливих для сучасних центрів обробки даних і хмарних сервісів.

Апаратна віртуалізація дозволяє одному фізичному комп'ютеру діяти як кілька віртуальних машин (ВМ), кожна з яких має власну операційну систему та програму, що досягається за допомогою програмного забезпечення, яке називається гіпервізорами, яке керує розподілом апаратних ресурсів між віртуальними машинами [17].

Гіпервізори є найважливішим компонентом апаратної віртуалізації.

Гіпервізор 1-го рівня встановлюється безпосередньо на апаратне забезпечення і управляє фізичними ресурсами комп'ютера. Вони забезпечують високу продуктивність і економічність, зводячи до мінімуму накладні витрати при безпосередньому використанні обладнання. VMware ESXi – один з найпопулярніших гіпервізорів першого рівня, який використовується для управління великими кластерами віртуальних машин у корпоративному середовищі. Microsoft Hyper-V: гіпервізор, інтегрований в операційну систему Windows Server, що полегшує управління віртуалізованими середовищами.

KVM (віртуальна машина на основі ядра) – відкритий гіпервізор, інтегрований в ядро Linux, що забезпечує потужну та гнучку платформу віртуалізації.

Гіпервізор 2-го рівня працює як додаток в операційній системі хоста. Це забезпечує більшу простоту використання та налаштування, але може не підвищити продуктивність через накладні витрати операційної системи хоста. VMware Workstation – універсальний гіпервізор другого рівня, що дозволяє створювати та керувати віртуальними машинами на робочих станціях. Oracle VirtualBox – відкритий гіпервізор, який підтримує широкий спектр операційних систем і є зручним інструментом для розробки та тестування програмного забезпечення [19].

До переваг апаратної віртуалізації можна віднести зниження витрат на обладнання, охолодження та електроенергію, дозволяючи інтегрувати робочі навантаження в невелику кількість фізичних серверів. Вона також спрощує управління ресурсами і забезпечує високу доступність, дозволяючи переносити віртуальні машини між фізичними серверами без зупинки операцій.

Оскільки віртуальні машини можна легко створювати, копіювати та переміщувати, апаратна віртуалізація особливо важлива в середовищах з високою динамікою змін, таких як хмарні сервіси та центри обробки даних, де можна швидко розгорнути нові сервіси або збільшити пропускну здатність існуючих сервісів. Апаратна віртуалізація забезпечує ізоляцію між віртуальними машинами і мінімізує ризики для безпеки. Якщо одна з віртуальних машин буде зламана, інша залишиться захищеною.

Недоліками апаратної віртуалізації можна рахувати ефективність, адже гіпервізори першого рівня, незважаючи на їх високу ефективність, деякі робочі навантаження виконуються через накладні витрати, пов'язані з управлінням віртуалізацією, що особливо актуально для гіпервізорів другого рівня, де навантаження на операційну систему хоста може бути високою. Апаратна віртуалізація вимагає професійних знань та інструментів для ефективного управління вашим віртуальним середовищем. Це включає Налаштування

гіпервізорів, моніторинг продуктивності та резервне копіювання та відновлення віртуальних машин. Проблеми з роботою гіпервізора можуть вплинути на всі віртуальні машини, що знаходяться під його управлінням. Тому важливо забезпечити високу надійність і надмірність гіпервізора, щоб уникнути простоїв і втрати даних [20].

Апаратна віртуалізація широко використовується в центрах обробки даних для оптимізації використання ресурсів, підвищення ефективності управління інфраструктурою та забезпечення високої доступності сервісів. Вона дозволяє консолідувати численні фізичні сервери в меншу кількість потужних серверів, що знижує витрати на апаратне забезпечення, енергоспоживання та охолодження.

Зокрема, апаратна віртуалізація надає такі переваги:

- Віртуалізація дозволяє запускати кілька віртуальних машин (VM) на одному фізичному сервері, що зменшує потребу в фізичних серверах та знижує загальні витрати.

- Завдяки віртуалізації ресурси серверів, такі як процесорна потужність, оперативна пам'ять та сховища, можуть бути розподілені більш ефективно між різними робочими навантаженнями.

- Віртуальні машини можна швидко створювати, видаляти або переміщувати між фізичними серверами, що дозволяє легко адаптувати інфраструктуру до змін у потребах бізнесу.

- Апаратна віртуалізація забезпечує механізми для високої доступності, такі як кластеризація та автоматичне відновлення, що мінімізує час простою та підвищує надійність сервісів.

- Віртуальні машини працюють в ізольованих середовищах, що підвищує безпеку даних та зменшує ризик розповсюдження шкідливого програмного забезпечення або збоїв у роботі додатків.

- Інструменти управління віртуальними середовищами дозволяють централізовано контролювати всі ресурси, що спрощує управління інфраструктурою та автоматизацію рутинних завдань.

- Віртуалізація дозволяє одночасно запускати старі (легасі) додатки та нові додатки на сучасних платформах, що забезпечує поступову модернізацію IT-інфраструктури без ризику для поточних бізнес-процесів [21].

Таким чином, апаратна віртуалізація є ключовою технологією для сучасних центрів обробки даних, забезпечуючи ефективність, гнучкість та надійність інфраструктури, необхідної для підтримки сучасних бізнес-вимог.

Інтегрування серверів, зменшення витрат на обладнання та підвищення ефективності управління ресурсами забезпечує високий рівень доступності та гнучкості для клієнтів. Хмарні провайдери, такі як Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure і Google Cloud Platform (GCP), активно використовують апаратну віртуалізацію, щоб надати клієнтам масштабоване ізольоване середовище. Це забезпечує швидке розгортання нових сервісів і адаптацію до мінливих робочих навантажень.

Віртуалізація операційної системи дозволяє запускати декілька ізольованих екземплярів операційних систем на одному фізичному сервері. Використовується для розподілу ресурсів та підвищення безпеки. Контейнери є легковаговими та ефективними рішеннями, такі як Docker та Kubernetes, адже вони дозволяють розгортати програми в ізольованих середовищах.

Віртуалізація мережі дозволяє створювати віртуальні мережі, які працюють незалежно від фізичної інфраструктури. Вона забезпечує гнучке управління мережевими ресурсами.

Мережеві віртуальні комутатори (vSwitches) зокрема, VMware NSX та Open vSwitch. Програмно-визначувані мережі (SDN) контролюють та керують мережею за допомогою програмного забезпечення, дозволяючи швидко адаптуватися до змін.

Віртуалізація зберігання даних об'єднує фізичні ресурси зберігання даних у віртуальні пули, які можуть бути розподілені та керовані централізовано. SAN (Storage Area Network) – мережі зберігання даних. NAS (Network Attached Storage) - пристрої, які надають доступ до файлів через мережу.

Віртуалізація додатків дозволяє запускати програмне забезпечення у відокремленому середовищі, не залежно від операційної системи хоста. Оптимізація використання фізичних ресурсів шляхом їх розподілу між віртуальними машинами. Легке налаштування та масштабування ресурсів відповідно до потреб. Ізоляція віртуальних середовищ зменшує ризики безпеки. Менша потреба в фізичному обладнанні та його обслуговуванні.

Щодо недоліків, то до них можна віднести те, що віртуальні машини можуть мати нижчу продуктивність порівняно з фізичними, потреба в спеціальних знаннях та інструментах для управління віртуальними середовищами, а проблеми в гіпервізорі можуть впливати на всі віртуальні машини.

3.3 Програмна віртуалізація

Програмна віртуалізація дозволяє запускати програмне забезпечення в ізольованих середовищах, не впливаючи на основну операційну систему. Це досягається за допомогою технологій, які створюють віртуальні екземпляри додатків або цілих операційних систем, забезпечуючи їхню роботу на одному фізичному або віртуальному хості.

Розрізняють наступні види програмної віртуалізації:

- Віртуалізація додатків - це вид віртуалізації, який дозволяє запускати програми у відокремлених середовищах, забезпечуючи їхню незалежність від операційної системи хоста. Це знижує конфлікти між додатками та полегшує їхнє розгортання та управління. Microsoft App-V – платформа для віртуалізації додатків, що дозволяє розгортати та управляти програмами у віртуальних середовищах, зменшуючи конфлікти та забезпечуючи легкий доступ до програмного забезпечення. VMware ThinApp – це рішення для віртуалізації додатків, яке дозволяє створювати портативні версії програмного забезпечення, що можуть працювати на різних комп'ютерах без встановлення [22].

- Віртуалізація робочого столу дозволяє створювати віртуальні робочі середовища, які можуть бути доступні з будь-якого пристрою. Це забезпечує

централізоване управління та підвищену безпеку. Citrix Virtual Desktops – рішення для віртуалізації робочих столів, що дозволяє забезпечити доступ до віртуальних робочих середовищ з будь-якого місця. VMware Horizon – Платформа для віртуалізації робочих столів і додатків, що забезпечує гнучке управління та безпеку.

- Контейнеризація дозволяє запускати додатки в ізольованих контейнерах, що включають всі необхідні залежності. Це забезпечує легке розгортання та масштабування додатків. Docker – це платформа для контейнеризації, що дозволяє створювати, розгортати та керувати контейнеризованими додатками. Docker забезпечує високу портативність і ефективність використання ресурсів. Kubernetes – це система для оркестрації контейнерів, яка автоматизує розгортання, управління та масштабування контейнеризованих додатків.

До переваг програмної віртуалізації можна віднести:

- Незалежність від середовища, тобто програмна віртуалізація забезпечує незалежність додатків від операційної системи та апаратного забезпечення хоста. Це дозволяє уникнути конфліктів між програмами та спрощує їхню сумісність.

- Спрощене розгортання та управління, адже віртуалізовані додатки та робочі середовища легко розгортати та управляти ними. Це забезпечує швидке налаштування нових робочих місць і спрощує оновлення програмного забезпечення.

- Підвищена безпека – ізоляція додатків та робочих середовищ забезпечує підвищену безпеку, зменшуючи ризики поширення шкідливого програмного забезпечення та забезпечуючи захист конфіденційних даних.

- Масштабованість – програмна віртуалізація дозволяє легко масштабувати додатки та робочі середовища, забезпечуючи гнучкість у використанні ресурсів відповідно до змін у навантаженні

Серед недоліків програмної віртуалізації можна виділити:

- Накладні витрати на продуктивність – адже віртуалізовані додатки можуть мати дещо нижчу продуктивність порівняно з нативними, через накладні витрати, пов'язані з управлінням віртуалізацією. Це може бути особливо помітно при використанні ресурсоємних додатків.

- Складність налаштування, незважаючи на спрощене управління, початкове налаштування програмної віртуалізації може бути складним і вимагати спеціалізованих знань та досвіду. Це може включати налаштування контейнерів, оркестраційних систем та інструментів для управління додатками.

Серед практичних прикладів використання програмної віртуалізації можна виділити наступні:

- Розробка та тестування програмного забезпечення. Програмна віртуалізація широко використовується у середовищах розробки та тестування для створення ізольованих середовищ, що дозволяють розробникам і тестувальникам працювати незалежно від основної системи. Це забезпечує легке відтворення помилок і сумісність додатків. Docker – використовується для створення контейнеризованих середовищ розробки, що забезпечують однакові умови для всіх членів команди та знижують ризики пов'язані з «працює на моїй машині».

- Багато хмарних провайдерів використовують програмну віртуалізацію для надання послуг своїм клієнтам. Це дозволяє забезпечити високий рівень доступності, безпеки та гнучкості у використанні ресурсів. AWS Lambda – це сервіс безсерверних обчислень, що використовує контейнеризацію для виконання функцій у відповідь на події, забезпечуючи високу масштабованість та ефективність.

- Програмна віртуалізація використовується в освітніх установах для створення віртуальних лабораторій та навчальних середовищ. Це дозволяє студентам отримувати доступ до необхідних ресурсів з будь-якого місця і зменшує витрати на апаратне забезпечення.

VMware Horizon використовується для створення віртуальних робочих столів у навчальних закладах, забезпечуючи студентам доступ до навчальних програм та ресурсів з будь-якого пристрою [23].

ВИСНОВКИ

Технології віртуалізації мають значний вплив на продуктивність обчислень. Віртуалізація дозволяє ефективніше використовувати апаратні ресурси, забезпечуючи їх гнучке та динамічне розподілення між різними обчислювальними навантаженнями. Однак, кожен тип віртуалізації має свої унікальні характеристики та виклики, що можуть впливати на загальну продуктивність системи.

Апаратна віртуалізація, особливо з використанням гіпервізорів першого рівня (bare-metal), забезпечує високу продуктивність завдяки безпосередньому доступу до апаратних ресурсів. Вона є ефективним рішенням для консолідації серверів і зменшення витрат на апаратне забезпечення, охолодження та електроенергію. Проте, існують деякі накладні витрати, пов'язані з управлінням віртуальними машинами, які можуть впливати на продуктивність у випадках ресурсоемних завдань. Гіпервізори другого рівня (hosted) мають більші накладні витрати через операційну систему хоста, що може призводити до зниження продуктивності.

Програмна віртуалізація, включаючи віртуалізацію додатків і робочих столів, а також контейнеризацію, забезпечує гнучкість і легкість у розгортанні програмного забезпечення. Віртуалізація додатків зменшує конфлікти між програмами та спрощує їхнє управління, але може мати деякі накладні витрати на продуктивність через ізоляцію середовищ. Контейнеризація, завдяки легковажності контейнерів, забезпечує високу продуктивність та ефективність використання ресурсів, але вимагає ретельного управління для уникнення проблем з масштабуванням та забезпеченням безпеки.

Технології віртуалізації надають численні переваги, включаючи покращене використання ресурсів, підвищену безпеку через ізоляцію середовищ, гнучкість у розгортанні та масштабуванні додатків, а також спрощене управління ІТ-інфраструктурою. Проте, існують і деякі недоліки, зокрема можливі накладні витрати на продуктивність, складність початкового

налаштування та управління, а також залежність від надійності гіпервізорів та інструментів віртуалізації.

Аналіз впливу віртуалізації на продуктивність показує, що вибір технології віртуалізації повинен базуватися на конкретних потребах і завданнях організації. Апаратна віртуалізація з гіпервізорами першого рівня є оптимальним вибором для центрів обробки даних та високонавантажених обчислювальних середовищ, тоді як програмна віртуалізація та контейнеризація підходять для розробки, тестування і розгортання додатків, де важлива гнучкість і швидкість розгортання.

Технології віртуалізації є критично важливими для сучасних інформаційних систем, забезпечуючи ефективне використання ресурсів, гнучкість і підвищену безпеку. Проте, вплив віртуалізації на продуктивність обчислень вимагає ретельного аналізу та врахування специфіки робочих навантажень і вимог організації. Оптимальний вибір технології віртуалізації дозволяє максимально використати її переваги та мінімізувати можливі негативні наслідки, забезпечуючи високу продуктивність та ефективність ІТ-інфраструктур

Сучасні технології віртуалізації мають значний вплив на корпоративні ІТ-інфраструктури, пропонуючи численні переваги. Зокрема, ефективне використання ресурсів, таких як консолідація серверів – віртуалізація дозволяє запускати декілька віртуальних машин (VM) на одному фізичному сервері, що знижує потребу в додатковому апаратному забезпеченні. Завдяки кращому використанню ресурсів, організації можуть значно знизити витрати на апаратне забезпечення, енергоспоживання та охолодження.

Віртуальні машини та контейнери можна створювати та розгортати набагато швидше, ніж фізичні сервери, що дозволяє організаціям швидко реагувати на змінні бізнес-вимоги.

Віртуалізовані ресурси легко масштабуються вгору або вниз залежно від потреб, забезпечуючи оптимальне використання інфраструктури.

Віртуальні машини та контейнери працюють в ізольованих

середовищах, що підвищує безпеку даних та зменшує ризик розповсюдження шкідливого програмного забезпечення.

Сучасні технології віртуалізації дозволяють централізовано керувати політиками безпеки, що спрощує їх впровадження та моніторинг.

Інструменти для управління віртуалізованими середовищами дозволяють централізовано контролювати та адмініструвати всі ресурси, що підвищує ефективність ІТ-операцій. Інтеграція з інструментами автоматизації, такими як Ansible, Puppet та Chef, спрощує розгортання та управління додатками та інфраструктурою.

Технології віртуалізації забезпечують механізми для забезпечення високої доступності додатків, такі як кластеризація та відмовостійкість. Віртуалізація спрощує процеси резервного копіювання та відновлення, що дозволяє швидко відновити роботу систем після аварій.

Віртуалізація дозволяє організаціям експериментувати з новими технологіями та рішеннями, такими як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей (IoT), без значних інвестицій у нове обладнання. Легкість у впровадженні та оновленні віртуалізованих середовищ сприяє постійній модернізації ІТ-інфраструктури.

Таким чином, сучасні технології віртуалізації значно підвищують ефективність, гнучкість та безпеку корпоративних ІТ-інфраструктур. Вони дозволяють організаціям швидко адаптуватися до нових викликів та можливостей, підтримуючи високий рівень операційної досконалості та конкурентоспроможності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванов М. Віртуалізація в ІТ: від теорії до практики / М. Іванов. – Львів: Світ, 2017. – 256 с.
2. Кириченко О. Мережева віртуалізація: принципи та рішення / О. Кириченко. – Харків: Фоліо, 2019. – 340 с.
3. Петров С. Технології віртуалізації в сучасних ІТ-системах / С. Петров. – Дніпро: Університетське видавництво, 2020. – 298 с.
4. Браун К. Віртуалізація робочих місць: сучасні підходи / К. Браун. – Одеса: Астропринт, 2021. – 220 с.
5. Стівенсон Д. Гіпервізори: архітектура та впровадження / Д. Стівенсон. – Хмельницький: Евріка, 2019. – 284 с.
6. Шевченко І. Серверна віртуалізація: технології та рішення / І. Шевченко. – Полтава: Дивосвіт, 2020. – 310 с.
7. VMware, Inc. VMware vSphere: довідник адміністратора. – Сан-Франциско: VMware Press, 2022. – 430 с.
8. Docker, Inc. Docker: офіційний довідник користувача. – Нью-Йорк: Docker Press, 2021. – 290 с.
9. Microsoft Corporation. Microsoft Hyper-V: посібник з налаштування. – Редмонд: Microsoft Press, 2022. – 270 с.
10. Андрійчук В. Віртуалізація обчислень: основи та технології / В. Андрійчук. – Київ: Наукова думка, 2018. – 320 с.
11. Северин Д.А. Програмний засіб для управління процесом міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі. Інформаційні моделі, системи та технології: Праці VII наук.-техн. конф. (Тернопіль, 11-12 грудня 2019 р.) Тернопіль, 2019. С. 96.
12. Korte B, Vygen J (2018) Linear programming algorithms. Combinatorial optimization. Springer, Berlin, pp 75–102
13. Open Networking Foundation, "The OpenFlow Switch Specification". [Електронний ресурс].URL: <https://opennetworking.org/> (Дата звернення: 17.04.2024).

14. Колісник Д.Р., Місевич К.С., Коваленко С.В. Системна архітектура IoT-Fog-Cloud для систем аналізу великих даних і кібербезпеки: огляд туманних обчислень, впровадження аудиту інтернету речей. Сучасний захист інформації. 2020. № 3. С. 34–38.
15. Фактори продуктивності застосування моделей штучного інтелекту у хмарі з використанням GPU / В.Г. Тульчинський, С.І. Лавренюк, В.Ю. Роганов та ін. Кібернетика та комп'ютерні технології. 2020. Вип. 1. С. 74–82.
16. Alshammari, Hamoud, Sameh Abd El-Ghany, Abdulaziz Shehab. Big IoT healthcare data analytics framework based on fog and cloud computing. Journal of Information Processing Systems. 2020. № 16.6. P. 1238–1249.
17. Fog Node Possible Architectures and Propose the Changes in Mechanism to Architecture to Make Contiki OS Real Time / D.J. Revar, et. al. International Journal of Scientific Research and Engineering Development. 2020. Volume 3. Issue 3. P. 900–905.
18. Yousefpour, Ashkan and Ishigaki, Genya and Gour, Riti and Jue, Jason. On Reducing IoT Service Delay via Fog Offloading. IEEE Internet of Things Journal. 2018. P. 1–1. DOI: 10.1109/JIOT.2017.2788802.
19. Mora H., Signes-Pont M.T., Gil D., Johnsson M. Collaborative working architecture for IoT-based applications. Sensors. 2018. Vol. 18 (6). P. 1676.
20. Al-Khafajiy M., Webster L., Baker T., Waraich A. Towards fog driven IoT healthcare: challenges and framework of fog computing in healthcare. Proceedings of the 2nd international conference on future networks and distributed systems. 2018. P. 1–7.
21. Taneja M., Davy A. Resource aware placement of data analytics platform in fog computing. Procedia Computer Science. 2016. Vol. 97. P. 153–156. DOI: 10.1016/j.procs.2016.08.295.
22. Khan M.A., Karim M., Kim Y. A two-stage big data analytics framework with real world applications using spark machine learning and long Short-term memory network. Symmetry. 2018. Vol. 10. №. 10. P. 485.