

УДК 004

В.Івандюк, магістр гр. КІ-22М-2,*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІРТУАЛІЗОВАНИМИ ХМАРНИМИ ЦЕНТРАМИ ОБРОБКИ ДАНИХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Об'єктом дослідження є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Предметом дослідження є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Українські компанії вже склали загальне уявлення про особливості хмар і тепер прагнуть зрозуміти, як їх можна використовувати й чи варто переходити до нової моделі. При оптимістичному сценарії, уже через кілька років багато вітчизняних організацій будуть здобувати ІТ як сервіс, однак поки хмарні сервіси займають дуже малу частку українського ринку ІТ. Проте вибір пропозицій – від здачі податкової звітності до комунікаційних сервісів і оренди обчислювальних потужностей – уже є, хоча й невеликий. Поступово замовники переходять від обговорення можливостей хмарної моделі до тестування й першим пілотним впровадженням, а по деяких видах хмарних сервісів клієнтська база швидко збільшується. Стимулом служить пошук нових ринків, потреба в більше ефективних підходах до розвитку ІТ, необхідність скорочення витрат і зниження фінансових ризиків. В 2025 році в Україні можна чекати росту кількості й розмаїтості пропонованих хмарних сервісів.

Орієнтиром залишається закордонний ринок, де цілий ряд великих компаній широко використовують власні приватні хмари, а багато організацій малого й середнього бізнесу всерйоз розглядають можливість відмови від традиційної моделі ІТ-інфраструктури на користь публічних хмарних сервісів. За даними закордонних опитувань, більше 60% респондентів розробляють стратегію впровадження хмар, а третина вже активно експлуатує їх. За прогнозами Gartner, до 2016 року понад половину держпослуг у світі буде надаватися із хмар.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.
- Дослідження системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

– Програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Об'єктом дослідження є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Предметом дослідження є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Віртуалізація має потенціал для значного зниження загальної вартості володіння центрами обробки даних і підвищення гнучкості розгортання для робочих навантажень загального призначення. Якщо поточні тенденції збережуться, центр обробки даних майбутнього буде значною мірою віртуалізований. Базова платформа в такому центрі обробки даних складатиметься з фізичних хостів, які запускають гіпервізори, а робочі навантаження виконуватимуться на віртуальних машинах на цих платформах.

З точки зору керування системою, віртуалізоване середовище дає змогу реалізувати ряд нових робочих процесів у центрі обробки даних. Ці робочі процеси включають операції на самих фізичних хостах, такі як оновлення гіпервізора, а також операції на віртуальних машинах, такі як зміна конфігурації або повернення зі знімків. У той час як традиційна конструкція центру обробки даних зосереджена на компромісах між ціною та можливостями для додатків кінцевого користувача, що працюють у центрі обробки даних, ми стверджуємо, що робоче навантаження на керування цими робочими процесами має бути враховано при проектуванні віртуалізованого центру обробки даних.

У цій статті ми досліджуємо дані реальних віртуалізованих розгортань, щоб охарактеризувати загальні робочі процеси керування та оцінити їхній вплив на використання ресурсів у центрі обробки даних. Ми показуємо, що, незважаючи на те, що багато додатків для кінцевих користувачів досить низькі щодо вимог до введення-виведення, робоче навантаження керування має значні вимоги до мережі та дискового введення-виведення. Ми показуємо, що навантаження на керування масштабується зі збільшенням обчислювальної потужності в центрі обробки даних. Нарешті, ми обговорюємо наслідки цього робочого навантаження керування для центру обробки даних.

Використання хмарних обчислень стрімко зростає, і віртуалізація відіграє ключову роль у хмарних центрах обробки даних. Віртуалізація дозволяє одночасно працювати декільком віртуальним машинам, покращуючи використання апаратного забезпечення [1]. Через динамічний характер хмарних ресурсів розширені методи планування є важливими для ефективного розподілу завдань, задоволення потреб додатків та оптимізації використання ресурсів [2]. Методи планування зосереджені на покращенні таких показників, як надійність, час відгуку, доступність, енергоефективність, вартість і використання ресурсів [3]. Крім того, розширені хмарні ресурси, такі як обчислення Fog і Edge, що підтримують пристрої IoT, розглядають розташування ресурсу для міграції віртуальних машин, контейнерів або даних між вузлами [4, 5]. Неадекватне планування може призвести до надмірного або недостатнього використання ресурсів, що призводить до марної витрати ресурсів або зниження продуктивності [6].

Щоб вирішити цю проблему, були розроблені розширені алгоритми планування з використанням евристичних, метаевристичних і гібридних методів. Методи динамічного розподілу ресурсів також спрямовані на оптимізацію використання ресурсів, враховуючи численні цілі та обмеження [7]. Однак суперечливі вимоги програми та складність робочого навантаження роблять розподіл ресурсів постійною проблемою [8]. Зі зростаючими вимогами клієнтів і обмеженими ресурсами розробка ефективних моделей і стратегій залишається надзвичайно важливою, що стимулює постійні дослідження інноваційних рішень.

Міграція віртуальних машин – це широко використовуваний метод керування віртуальними машинами шляхом їх переміщення між хостами всередині або між центрами

обробки даних. Міграція віртуальної машини має важливе значення для оптимізації використання ресурсів, забезпечення високої доступності та балансування робочого навантаження між хостами в хмарних середовищах. Зазвичай це відбувається, коли хост відчуває перевантаження ресурсів або недостатнє використання, або коли потреби віртуальної машини в ресурсах перевищують потужність хоста. Міграція також відбувається під час планового технічного обслуговування, подій відмовостійкості або для підвищення енергоефективності шляхом консолідації віртуальних машин на хостах із меншим енергоспоживанням [9]. Забезпечення мінімальних збоїв у роботі під час міграції має вирішальне значення, і для вирішення цієї проблеми були розроблені методи живої міграції віртуальних машин, що забезпечує безперебійне перенесення з мінімальним часом простою.

Процес міграції починається з оцінки та планування, коли система оцінює використання ресурсів і вибирає відповідний хост призначення. Фаза міграції передбачає передачу стану віртуальної машини, включаючи пам'ять, ЦП і сховище, використовуючи такі методи, як попереднє копіювання [10] або післякопіювання [11]. Під час цього етапу конфігурації мережі оновлюються відповідно до нового хоста. Після завершення міграції віртуальна машина запускається на цільовому хості, а ресурси вихідного хосту звільнюються. Постійний моніторинг забезпечує безперебійну роботу та вирішує будь-які проблеми після міграції.

Ефективне управління віртуальними ресурсами та планування мають вирішальне значення для оптимізації використання центру обробки даних при одночасному зниженні витрат і задоволенні вимог ринку [12]. Підтримка стабільності центру обробки даних вимагає чіткого розуміння стану системи та використання методів інтелектуального планування. Аналізуючи дані глобальної та локальної міграції, можна приймати більш точні рішення щодо планування та міграції віртуальної машини. Точна інформація про статус у режимі реального часу є важливою для ефективного, безпечного та своєчасного прийняття рішень, що веде до кращої консолідації серверів, балансування навантаження та оптимізованого розподілу ресурсів.

У централізованому хмарному управлінні глобальний менеджер збирає дані про стан із усіх центрів обробки даних за допомогою періодичних завантажень або локальних надсилок, зберігаючи їх у центральній базі даних. Потім алгоритми планування використовують ці дані для оптимізації рішень. Однак ця модель стикається з проблемами, такими як вузькі місця зв'язку, окремі точки збою, ризики безпеки та суперечки через оновлення транзакцій [13]. Ці проблеми вимагають ретельної оцінки та пом'якшення, щоб забезпечити продуктивність у великих розподілених системах. Управління розподіленою хмарою пропонує більш ефективну та безпечну альтернативу [14]. Кожен центр обробки даних підтримує копію статусів інших, синхронізованих для відображення останніх оновлень віртуальної машини та центру обробки даних. Ця модель зменшує накладні витрати на зв'язок і забезпечує прямий зв'язок між центрами, оптимізуючи планування та розподіл ресурсів.

Хмарні та периферійні обчислення змінили інтернет-програми та служби, але стикаються з проблемами в обміні даними, співпраці та безпеці. Традиційні централізовані архітектури часто не відповідають потребам сучасної цифрової інфраструктури. Blockchain, децентралізована та захищена від втручання розподілена книга, пропонує засновану на довірі альтернативу, забезпечуючи безпечні та економічно ефективні транзакції без центральної влади. Його розподілена структура добре підходить для хмарних/граничних обчислень, вирішуючи проблеми конфіденційності даних, безпеки та децентралізації, одночасно підвищуючи ефективність у масштабованих середовищах. Потенціал Blockchain охоплює різні сектори, включаючи IoT, охорону здоров'я, електронне голосування та соціальні мережі.

Для передачі даних REST API домінують у промислових і академічних умовах, особливо для моніторингу журналів шляхом отримання на вимогу або періодичного надсилання. Такі інструменти, як Prometheus і Grafana, обробляють збір, зберігання та

візуалізацію журналів [15]. У таких системах, як Nova [16] і Cloud Foundry [17], обчислювальні вузли публікують журнали через REST API для централізованого керування. Однак цей централізований підхід має проблеми з безпекою, масштабованістю та великими обсягами зв'язку в розподілених хмарних середовищах. Розподілене керування на основі блокчейну долає ці обмеження, забезпечуючи безпечний і ефективний зв'язок між вузлами. Це зменшує кількість помилок, покращує процес прийняття рішень і забезпечує кращу масштабованість у великих хмарних системах.

Основний внесок цього дослідження полягає в покращенні планування та міграції віртуальних машин у хмарних центрах обробки даних шляхом забезпечення ефективного та безпечного обміну характеристиками віртуальних машин між різними хмарними центрами обробки даних. Технологія блокчейн інтегрована в модель управління розподіленою хмарою. Вузли блокчейну розподіляються між хмарними центрами обробки даних і діють як безпечний і ефективний реєстр для інформації про стан центру обробки даних. Він оптимізує міграцію через глобальну мережу шляхом безпечного й ефективного обміну інформацією про стан усіх центрів обробки даних. Завдяки своїй незмінній природі він забезпечує узгодженість віртуальних машин і копій стану центрів обробки даних у всіх центрах обробки даних. У цьому типі моделі керування всі центри обробки даних працюють разом у плануванні віртуальної машини в центрах обробки даних, беручи до уваги планування як WAN, так і LAN. Цей підхід мінімізує потенційно несприятливі наслідки операцій планування WAN. Крім того, ми представляємо модель централізованого керування хмарою на основі VPN, яка базується на визначеннях централізованих систем. Центральна база даних, яка знаходиться в централізованому глобальному хмарному менеджері, використовується для збереження стану всіх віртуальних машин у всіх центрах обробки даних. Продуктивність двох представлених моделей порівнюється з точки зору кількості обмінених повідомлень зв'язку та загальної затримки зв'язку для виконання рішень щодо міграції для певної кількості міграцій віртуальних машин між центрами обробки даних.

Спільне використання та зберігання даних для забезпечення співпраці в плануванні хмарних ресурсів, гарантуючи цілісність і конфіденційність даних, створює значні проблеми в хмарних обчисленнях. Традиційні централізовані системи зберігання пропонують економічно ефективні рішення, але вони часто стикаються з проблемами масштабованості, вузькими місцями продуктивності та вразливістю безпеки. Навпаки, децентралізовані системи зберігання розподіляють дані між різними вузлами, забезпечуючи надмірність, доступність даних і покращений захист. Однак децентралізоване зберігання створює власний набір проблем, таких як складні процеси пошуку даних, потенційні неузгодженості у версіях даних і труднощі із забезпеченням конфіденційності та цілісності даних у розподіленому налаштуванні. Поєднання технології блокчейн із хмарними обчисленнями виявилось перспективним підходом для посилення безпеки хмарних транзакцій і забезпечення доступу до даних і додатків.

У статті [18] пропонується децентралізована система зберігання, яка поєднує в собі концепції хмари з технологією блокчейн для вирішення проблем управління даними в децентралізованих налаштуваннях. Запропонований дизайн забезпечує покращену масштабованість, безпеку даних і конфіденційність. У разі розгортання на контейнерній крайовій інфраструктурі ця система зберігання забезпечує вищу швидкість передачі даних, ніж міжпланетна файлова система.

Граничні обчислення можуть похвалитися швидким з'єднанням із кінцевими пристроями, але вони постачаються з обмеженими ресурсами, що вимагає співпраці та обміну даними між різними крайовими кластерами та хмарними центрами обробки даних. Щоб вирішити ці проблеми, було проведено численні дослідження, присвячені цій темі. Зокрема, статті, представлені в [19, 20, 21, 22], досліджували потенціал технології блокчейн як засобу полегшення управління обміном даними.

У статті [19] пропонується система спільного обміну даними, яка використовує технології блокчейну та хмарних обчислень. Його мета – дозволити багатьом

постачальникам даних і користувачам ефективно співпрацювати. Система використовувала модель стохастичної ймовірності, де автори припустили однорідний процес точки Пуассона для просторового розподілу постачальників даних і користувачів і незалежний процес Бернуллі для швидкості генерації транзакцій на кожному вузлі. Автори проводять аналіз вибраних показників продуктивності та оцінюють продуктивність системи на основі своїх експериментальних результатів.

Автори в [20] обговорюють проблеми спільного крайового зберігання через обмежену ємність окремих крайових серверів та їхню роботу в ненадійному середовищі. Вони представляють CSEdge, децентралізовану систему, яка використовує технологію блокчейн для забезпечення спільного зберігання між периферійними серверами. Система дозволяє периферійним серверам надсилати запити на розвантаження даних, які оскаржуються іншими серверами на основі їхньої репутації. Успішні сервери винагороджуються, а їх продуктивність реєструється в блокчейні, в результаті чого CSEdge є ефективним рішенням для спільного крайового зберігання.

Підхід, викладений у [21], покращує процес реагування на граничний попит (EDR) шляхом застосування теорії аукціону Вікрі-Кларка-Гровса (VCG). Це вдосконалення призводить до покращеного розподілу робочого навантаження між крайовими вузлами, кращого використання крайових ресурсів і зниження споживання енергії в системі. Щоб зміцнити систему стимулів і довіри для спільних периферійних обчислень, дослідники інтегрували технологію блокчейн. Вони розглянули три різні сценарії: відсутність співпраці, внутрішня співпраця та стимулююча співпраця. Цей підхід враховує вплив відстані передачі завдань користувача на якість досвіду (QoE) і вирішує потенційні форкингіві атаки на блокчейн у межах спільних периферійних обчислень. Завдяки інтеграції технології блокчейн цей підхід забезпечує безпечні та безперервні записи виконання завдань, встановлює систему довіри між крайовими вузлами та заохочує сервери активно брати участь у периферійній співпраці, зберігаючи при цьому якість виконання завдань.

Дослідження в [22] пропонує систему хмарних і периферійних обчислень, яка використовує блокчейн для децентралізованого розміщення віртуальних машин. У цій системі використовується динамічний підхід на основі порогових значень, коли кожен сервер враховує використання ЦП свого та інших серверів перед міграцією віртуальних машин. Дослідження показує, що цей підхід ефективніший, ніж випадкове однорангове розміщення віртуальних машин. Крім того, він забезпечує безпечний зв'язок між серверами та підтримує використання ЦП нижче верхнього порогового значення.

Стаття в [23] представляє новий хмарний планувальник на основі технології блокчейн. Метою цього планувальника є підвищення безпеки розподілу завдань, зберігання даних і передачі між хмарними вузлами та кластерами. Задача оптимізації розкладу вирішується за допомогою асиметричної ігрової моделі Штакельберга з часом виконання розкладу як привілейованим критерієм. Ефективність запропонованого хмарного планувальника блокчейну оцінюється за допомогою спеціально розробленого симулятора під назвою Blockchain Secure Cloud Scheduler Simulator, BCSchedCloudSim, і його ефективність підтверджується експериментальним аналізом.

BigchainDB і Amazon Quantum Ledger Database (QLDB) порівнювалися в дослідженні [24]. Під час порівняння враховувалися окремі випадки використання кожної технології. QLDB, яка є власною технологією Amazon, найбільше підходить для ситуацій, коли всі сторони довіряють центральному органу, а централізація не викликає занепокоєння. З іншого боку, BigchainDB забезпечує справжню децентралізацію в розподілених книгах, що робить його ідеальним для ситуацій, коли немає центрального органу влади, і централізація є проблемою. Крім того, BigchainDB користується перевагами сучасних розподілених баз даних і технології блокчейн, таких як висока швидкість транзакцій, низька затримка, індексація та запити до структурованих даних, а також децентралізований контроль, захист від несанкціонованого доступу та відстеження [24]. Відповідно до висновків, хоча Amazon QLDB може мати кращу загальну продуктивність на основі показників використання ЦП і

пам'яті, гнучкість і потенціал BigchainDB для більш широкого застосування роблять її цінною технологією, яку варто розглянути. Ці висновки підкреслюють важливість ретельної оцінки конкретних потреб і вимог даного проекту при виборі між децентралізованою та централізованою базами даних реєстру.

Порівняння огляду літератури представлено в таблиці 1. Недавні дослідження показали, що існує прогалина в існуючій літературі, коли йдеться про розробку безпечної та ефективної розподіленої системи, яка може обробляти великий обсяг транзакцій для планування хмарних ресурсів у кількох центрах обробки даних за допомогою технології блокчейн. Наше дослідження має на меті подолати цей розрив, використовуючи платформу BigchainDB, яка поєднує в собі найкраще з обох світів, пропонуючи розподілений, незмінний і безпечний блокчейн, а також масштабованість і низьку затримку розподілених баз даних. Ми особливо зацікавлені в дослідженні продуктивності міграції хмарного планувальника, зосереджуючись на зменшенні впливу міграції ВМ між центрами обробки даних на загальні затримки планування системи. Наші висновки мають значні наслідки для майбутнього розвитку систем планування хмарних ресурсів і можуть сприяти поточним зусиллям зробити хмарні середовища більш ефективними та безпечними.

«Готова до хмар» архітектура повинна містити необхідні інструменти для керування, планування й складання каталогів сервісів, для настроювання конфігурації, моніторингу, виміру, білінгу й створення звітів по послугах, а також для керування поточними операціями й сервісами. Процедури розгортання, конфігурування й керування буде потрібно стандартизувати й автоматизувати, надавши кошти самообслуговування кінцевим користувачам.

Складність керування віртуалізованими хмарними центрами обробки даних (ЦОД), ріст імовірності помилок адміністраторів і збільшення трудомісткості операцій зажадають автоматизації завдань керування, включаючи керування змінами, настроювання конфігурації, планування потужності, оплати використання ресурсів, керування відмовами й продуктивністю.

Саме через автоматизацію проходить «дорога в хмари» – без цього керування сервісами стає вкрай складним завданням. У свою чергу, автоматизація неможлива без горизонтальної й вертикальної інтеграції, що охоплює рівень додатків, операційних систем і встаткування. Подальший розвиток одержить концепція централізовано програмувальних центрів обробки даних (Software-Defined Data Center, SDDC). Провідні вендори – IBM, HP, Microsoft, VMware – будуть удосконалювати свої інструменти керування віртуалізованим хмарним середовищем. З'являться й нові розробки.

Хмарні обчислення народжують нові технологічні проблеми: у віртуалізованих платформах необхідно запобігати появі вузьких місць у підсистемі уведення/виводу й вживати спеціальних заходів забезпечення надійності, а централізація на порядок підвищує вимоги до мережної інфраструктури. Проектування віртуалізованої інфраструктури віднімає в три-чотири рази більше часу, але зате дозволяє заощадити на експлуатації. Особлива експертиза потрібна для віртуалізації робочих станцій (VDI). По відкликах замовників, при розгортанні хмарної інфраструктури дуже зручно використовувати готові, заздалегідь інтегровані «будівельні блоки», такі як Cisco UCS, Dell vStart або HP CloudSystem.

Високі темпи росту ринку хмарних продуктів і послуг означають істотну трансформацію структури й обсягів попиту як на нові продукти, так і на традиційну продукцію ІТ. Експерти IBS вважають, що вендори будуть змушені адаптувати свою продуктову пропозицію, а також змінити моделі взаємодії із замовниками в рамках реалізації інфраструктурних і інтеграційних проектів.

Укряй цікавим ринком стають мобільні додатки й технології. Ті виробники пристроїв, які зможуть уловити найбільш яскраві тенденції й інтегрувати відповідні додатки й технології на рівні платформи, будуть мати конкурентні переваги. За прогнозом аналітиків банку Morgan Stanley, в 2025 році число осіб, що звертаються до мобільного Інтернету, уперше перевищить число тих, хто підключається до Інтернету за допомогою персональних

комп'ютерів. Практично кожний власник смартфона або планшета є користувачем того або іншого хмарного сервісу, а те й декількох – від зберігання даних і перетворення мови в текст до роботи з документами й відеоспостереження. Поряд з поширенням широкополосного бездротового доступу (Wi-Fi, LTE) це зробить хмарні сервіси повсюдними й допоможе зняти побоювання щодо надійності, передбачуваності й безпеці хмар.

Поступово в учасників ринку з'являється правильне розуміння поняття «ІТ як сервіс». Хмари вже не розглядаються як претендент на місце традиційних ІТ-ресурсів. При будь-якому рівні розвитку хмарних сервісів завжди залишаться додатки, які по тимі або інших причинах не підлягають переносу не тільки в публічні, але навіть у приватні хмари. Залежно від виду бізнесу, близько 20% інфраструктури ІТ завжди будуть реалізовуватися у вигляді традиційних рішень. Крім того, замовники починають розуміти структуру витрат при впровадженні хмарних сервісів і застосовують нові критерії оцінки при розрахунку ефекту від впровадження хмарних систем.

Найбільш затребуваними стануть хмарні сервіси, використання яких дає помітні переваги в порівнянні з локальними додатками, – фінансові, функціональні, конкурентні або які-небудь інші. Як затверджують провайдери, високим попитом користуються комунікаційні хмарні сервіси B2B у сполученні з телекомунікаційними додатками, які винесені в хмару (віртуальними АТМ, ЦОВ і CRM, елементами систем уніфікованих комунікацій): щорічний ріст продажів становить 50-70%. Очевидно, ці темпи збережуться й у наступному році.

Інтерес будуть викликати не тільки вже звичні хмарні сервіси, такі як електронна пошта й хостинг Web-сайтів, але й системи керування проектами й завданнями, сервіси зберігання даних, CRM і інші рішення для підтримки колективної роботи, бухгалтерські системи, віртуальні АТМ, Web-конференції й програмні бізнес-продукти, що не мають аналогів на класичному ринку ПЗ. Ринок уже готовий до всіх типів хмарних сервісів – від зберігання даних до виносу в хмару критичних для підприємства додатків. Однак з української економіки й неадекватна політика держави відносно розвитку малого й середнього бізнесу (основного споживача хмарних сервісів) не дають підстав для надмірного оптимізму.

Розробка структурної схеми

Хмарне сховище надає багато переваг, які призводять до економії коштів і більшої зручності для користувачів порівняно з традиційними мережами зберігання (SAN). Існують також недоліки хмарних сховищ, зокрема публічних служб, які змушують організації вагатися використовувати ці послуги або обмежувати їх використання.

Переваги

– **Платіть по ходу.** Завдяки службі хмарного зберігання клієнти платять лише за те сховище, яке вони використовують, усуваючи потребу у великих капітальних витратах. Хоча витрати на хмарне сховище є регулярними, а не одноразовими покупками, вони часто настільки низькі, що, навіть будучи постійними витратами, вони все одно можуть бути меншими, ніж вартість обслуговування внутрішньої системи.

– **Оплата комунальних послуг.** Оскільки клієнти платять лише за використану ємність, витрати на хмарне сховище можуть зменшуватися в міру зменшення використання. Це різко контрастує з використанням внутрішньої системи зберігання даних, яка, ймовірно, буде надто налаштована для очікуваного зростання. Компанія заплатить більше, ніж їй потрібно спочатку, а вартість сховища ніколи не зменшиться.

– **Глобальна доступність.** Хмарне сховище зазвичай доступне з будь-якої системи, будь-де та в будь-який час; користувачам не потрібно турбуватися про можливості операційної системи (ОС) або складні процеси розподілу.

– **Простота використання.** Хмарне сховище легко отримати та використовувати, тому розробники, тестувальники програмного забезпечення та бізнес-користувачі можуть швидко розпочати роботу, не чекаючи, поки команда ІТ (інформаційних технологій) виділить і налаштує ресурси зберігання.

– **Виїзна охорона.** За своєю природою публічне хмарне сховище пропонує спосіб переміщення копій даних на віддалений сайт для резервного копіювання та безпеки. Знову ж таки, це означає значну економію коштів порівняно з компанією, яка підтримує власний віддалений об'єкт.

Внутрішня хмарна система зберігання даних може запропонувати деякі з перерахованих вище простих у використанні функцій загальнодоступної хмарної служби, але їй буде не вистачати значної частини гнучкості пам'яті загальнодоступної служби. Деякі постачальники апаратного забезпечення намагаються вирішити цю проблему, дозволяючи своїм клієнтам вмикати та вимикати ємність, яка вже встановлена в їхніх масивах.

Масштабованість, гнучкість і багатокористувацький доступ є одними з переваг використання хмарного сховища.

Недоліки

– **Безпека.** Безпека даних є найбільш цитованим фактором, який може змусити компанії бути обережними щодо використання загальнодоступного хмарного сховища. Занепокоєння полягає в тому, що як тільки дані залишають приміщення компанії, вона більше не має контролю над тим, як дані обробляються та зберігаються. Зберігання регламентованих даних також викликає занепокоєння. Постачальники послуг спробували розв'язати ці побоювання, розширивши свої можливості безпеки за допомогою шифрування даних, багатфакторної автентифікації (MFA), зберігання даних у кількох місцях і покращеної фізичної безпеки.

– **Доступ до даних.** Підтримання доступу до даних, що зберігаються в хмарі, також може бути проблемою та може значно збільшити вартість використання хмарного сховища. Компанії може знадобитися оновити підключення до служби хмарного зберігання, щоб обробляти обсяг даних, який вона очікує передати. Наприклад, місячна вартість оптичного зв'язку може досягати тисяч доларів.

– **Зниження продуктивності.** Компанія може зіткнутися з проблемами продуктивності, якщо її внутрішнім програмам потрібен доступ до даних, які вона зберігає в хмарі. У таких випадках, швидше за все, знадобиться або перемістити сервери та програми в ту саму хмару, або повернути необхідні дані в компанію.

– **Вартість.** Якщо компанії потрібен великий обсяг хмарного сховища та вона часто переміщує свої дані між локальними системами та хмарою, щомісячні витрати можуть бути високими. Порівняно з розгортанням внутрішнього сховища, поточні витрати можуть зрештою перевищити вартість впровадження та підтримки локальної системи.

Розгляд хмарного сховища

Щоб визначити, чи призведе використання хмарного сховища до операційної ефективності та економічності, компанія повинна зробити такі чотири кроки:

1. Порівняйте одноразові та регулярні витрати на придбання та керування власним об'ємом зберігання з поточними витратами на зберігання та доступ до даних у хмарі.

2. Визначте, чи будуть потрібні додаткові телекомунікаційні витрати для відповідного доступу до постачальника послуг.

3. Вирішіть, чи служба хмарного зберігання забезпечує адекватну безпеку та керування даними.

4. Розробіть внутрішню стратегію хмарної безпеки з процедурами доступу та використання хмарного сховища для підтримки ефективного управління даними та контролю витрат.

Приклади хмарних сховищ

Найпоширеніші способи використання хмарного сховища:

- хмарне резервне копіювання;
- аварійне відновлення (DR);
- архівування рідко доступних даних.

Все більше компаній використовують служби хмарного зберігання для DevOps як спосіб скоротити капітальні витрати. Розробники можуть збільшити обчислювальні ресурси

та ресурси зберігання на час розробки та тестування проекту, а потім зменшити їх, коли він закінчиться.

Від резервного копіювання даних до обміну неструктурованими файлами та зберігання об'єктів – дізнайтеся багато способів використання хмарного сховища.

Організації все частіше переміщують ключові програми в хмару, оскільки постачальники послуг покращили продуктивність і посилили безпеку. Крім того, компанії, які відчувають значні сезонні коливання в обсязі даних, які вони створюють, можуть використовувати хмарне сховище для обробки цих сплесків активності створення даних.

Для малих і середніх підприємств (SMB) деякі спеціалізовані хмарні служби зберігання, такі як синхронізація файлів і спільний доступ, можуть бути корисними для окремого сервера або користувача. Функції синхронізації файлів цих служб забезпечують узгодженість версій файлів, що зберігаються локально на клієнті синхронізації – сервері чи ПК кінцевого користувача – і в хмарі. Також часто включені можливості керування версіями та спільного використання файлів.

Організації, які розглядають можливість використання хмарних сховищ, повинні знати про плюси та мінуси використання технологій хмарних обчислень загалом. Якщо прийнято рішення рухатися далі з хмарою, організації можуть використовувати тематичні хмарні посібники, щоб визначити, які типи хмарних сховищ і послуги найкраще відповідають їхнім бізнес-потребам.

Для реалізації перешкодостійкого зберігання інформації у мережних віртуалізованих хмарних центрах обробки даних, застосуємо алгоритм Ріда-Соломона.

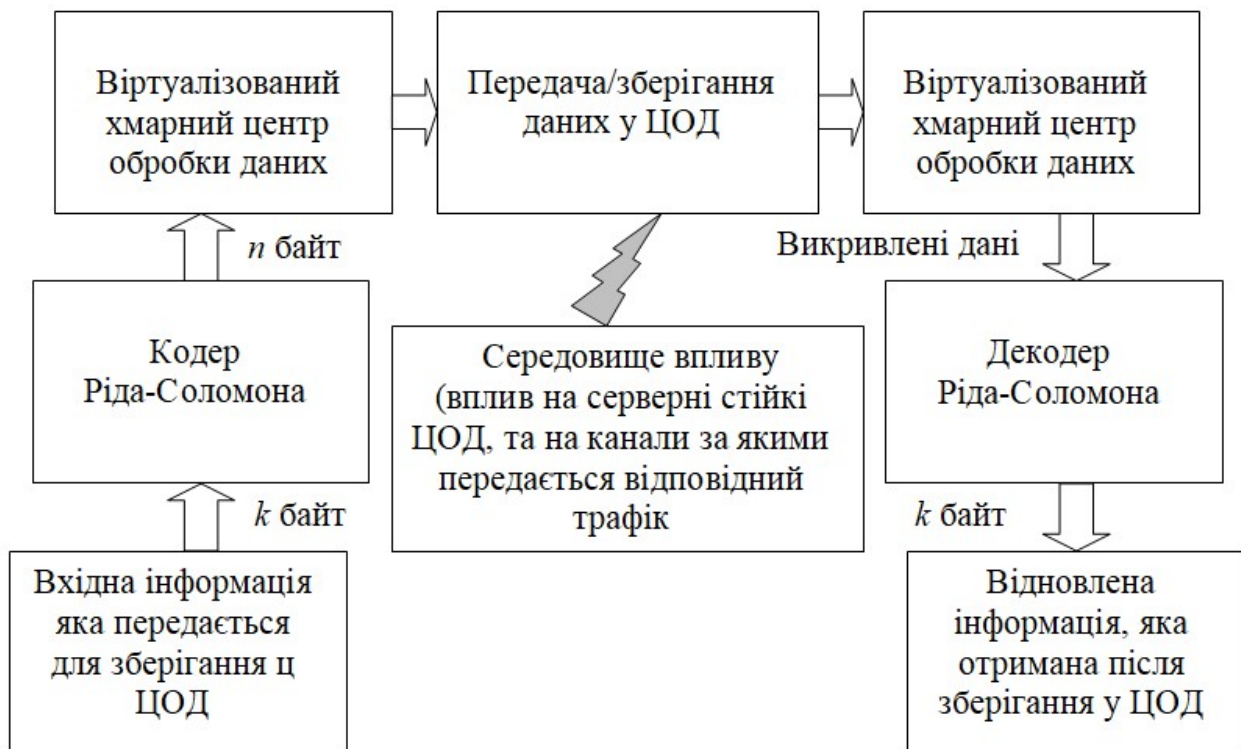


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Структурна схема системи підвищення надійності зберігання даних у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних за допомогою кодера Ріда-Соломона зображена на рисунку 1.

З цієї схеми ми бачимо, що над вхідними даними, перед записом у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних, відбуваються перетворення кодером Ріда-Соломона. Після кодування дані записуються у віртуалізований хмарний центр обробки даних. У якості носія

окрім віртуалізованого хмарного центру обробки даних може використовуватися любий інший носій інформації. Після цього інформація зберігається на носіїві.

При зчитуванні інформації, розроблене програмне забезпечення декодує інформацію, яка зберігається на носіїві, і якщо потрібно, після проведення відповідних перевірок, проводить відновлення втраченої інформації. Якщо таке відновлення неможливе, то програма видає відповідне повідомлення.

Коди Ріда--Соломона (RS) – це класичне сімейство кодів з виправленням помилок, що складається з оцінок поліномів низького ступеня над кінцевим полем на деякій послідовності різних елементів поля. Вони широко відомі своїми можливостями оптимального унікального декодування, але їхні можливості декодування списків не повністю вивчені. Враховуючи поширеність кодів Ріда-Соломона, фундаментальним питанням теорії кодування є визначення того, чи можуть коди Ріда-Соломона оптимально досягти спроможності декодувати список.

Кодування RS є різновидом FEC. Його широко використовували через його відносно велику здатність виправляти помилки в порівнянні з його мінімальними додатковими витратами. Коди RS також легко масштабуються вгору або вниз у можливості виправлення помилок, щоб відповідати частоті помилок, очікуваній у даній системі. Він забезпечує надійний метод контролю помилок для багатьох поширених типів середовищ передачі даних, особливо тих, які є односторонніми або шумними та обов'язково створюють помилки.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних; Досліджена система управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.

9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyzy, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.