

УДК 004

Ю.Підгорна, магістр гр. КІ-23Мз

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ SSDC

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

Постановка проблеми. Провідні виробники систем зберігання даних розглядають програмно обумовлені СЗД як стратегічний напрямок розвитку галузі й один з найважливіших компонентів програмно обумовлених ЦОД. Але по суті це черговий етап еволюції давно відомої технології – віртуалізації систем зберігання.

Ідея SSDC була висловлена VMware в 2012 році. На думку багатьох, у цьому – скоріше, маркетинговому – терміну немає якогось глибокого змісту, хоча в цілому ідея зрозуміла. Але як би до даного підходу не ставилися, проблема лише в складності його повноцінної практичної реалізації на нинішньому етапі.

Відповідно до визначення IDC, SSDC – набір слабо зв'язаних програмних компонентів, що забезпечують віртуалізацію й об'єднання ресурсів ЦОД (обчислювальних, мережних й призначених для зберігання даних). Завдання SSDC – зв'язати різноманітні ресурси ІТ для надання інтегрованих сервісів. В VMware програмно обумовлений ЦОД розуміють як інфраструктуру з високим ступенем віртуалізації й автоматизованим програмним керуванням, надавану по моделі «ІТ як сервіс». Інакше кажучи, архітектура SSDC припускає поширення концепції віртуалізації на всі ресурси ЦОД, а також абстрагування ресурсів і автоматизацію керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи центру обробки даних SSDC.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC.

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

- Огляд існуючих систем центру обробки даних SSDC.
- Дослідження системи центру обробки даних SSDC.
- Програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC.

Об'єктом дослідження є процес центру обробки даних SSDC.

Предметом дослідження є методи центру обробки даних SSDC.

Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Структура програмно-визначаємого ЦОД

«Нижній шар» SSDC будуть становити як успадковані компоненти інфраструктури ЦОД, так і більше нові програмно-визначаємі компоненти на базі стандартних серверів. Ресурси цього інфраструктурного шару надаються вишележащому рівню сервісів SSDC

через єдиний набір інтерфейсів взаємодії й подання ресурсів ЦОД. Над рівнем сервісів надбудовується рівень керування сервісами; ще вище перебувають інструменти керування політиками доступу й сервісний каталог.

«Верхній шар» програмно-визначаємого ЦОД представлений порталом самообслуговування й прикладних інтерфейсів для персоналізованої конфігурації пакета сервісів під замовника.

Для деяких з перерахованих шарів уже існують продукти на ринку, але єдиної конструкції поки не існує. Численні поки рішення на базі відкритих стандартів, у тому числі OpenStack, швидше за все згрупуються в невелику кількість пакетів, що розвиваються співтовариствами взаємодоповнюючих один одного розроблювачів.

Інженерна основа

При всіх перевагах програмно-визначаємих рішень не можна забувати, що вони не будуть надійно функціонувати без якісних інженерних інфраструктур і систем фізичної безпеки. Обстеження інженерної інфраструктури було проведено в 187 дата-центрах. Всі власники ЦОД заявляють про рівень надійності своїх інфраструктур на рівні не нижче Tier III. На ділі абсолютна більшість із них досить уваги приділяють системам кондиціонування й безперебійного електроживлення, але мало – питанням контролю доступу й приєднання до зовнішніх розподільних мереж. Тому вторинному провайдеру (який розгортає послуги для кінцевих замовників, користуючись площадками сторонніх ЦОД) для підвищення надійності варто користуватися площадками декількох первинних провайдерів. Не виключено, що в міру росту популярності програмно-визначаємих ЦОД в області SDDC з'являться стандарти

Отже, експерти відзначили наступне:

- готового SDDC-рішення, придатного для всіх категорій замовників, на ринку сьогодні ні, і навряд чи воно з'явиться в найближчій перспективі;
- SDDC-рішення – складне. Для його розгортання й підтримки потрібні професійні послуги.

У міру появи нових розробок і продуктів поняття «програмно обумовлені системи зберігання» стало здобувати усе більше чіткі обриси. У числі прикладів – системи зберігання даних OpenStack, EMC ViPR, Nexenta і HP StoreVirtual.

Усе більше виробників СЗД називають свої рішення «програмно обумовленими», однак кожний з них вкладає в поняття SDS свій зміст і зорієнтуватися в цьому непросто. До того ж усе більше функцій СЗД реалізується саме на програмному рівні. Які системи дійсно ставляться до класу SDS, а які представляють уже відомі раніше технології «у новій обгортці»? Головним в SDS вважається абстрагування сервісів зберігання даних від апаратного рівня – фізичного встаткування.

На новому ринку SDS уже можна виділити кілька груп вендорів. Перша по суті пропонує нове покоління засобів віртуалізації систем зберігання: сервіси зберігання абстрагуються від фізичного встаткування й можуть застосовуватися до апаратних рішень різних виробників. Іноді вони реалізуються у вигляді відкритих платформ, щоб незалежні розроблювачі могли додавати нові сервіси зберігання у свої продукти (за принципом магазину додатків). Даний підхід рятує замовника від прив'язки до конкретної апаратної платформи й програмних сервісів.

Друга група вендорів іде ще далі – по шляху абстрагування контролерів систем зберігання. Це дозволяє задіяти ресурси зберігання вже наявних систем і спростити операції, однак все введення-вивід здійснюється через віртуалізуючий контролер, тому він повинен мати високу пропускну здатність і продуктивність. Крім того, його потрібно резервувати.

Третя група розроблювачів SDS абстрагує керування СЗД, але задіє вже реалізовані ними функції. Наприклад, якщо потрібно зробити знімок тому, на центральній консолі вводиться відповідна команда, що передається для виконання системі зберігання. Хоча знімок тому різних дискових масивів можна виконувати однією командою, однаково для цього використовується сервіс конкретної СЗД. У результаті спрощуються операції, до того ж, на відміну від другого підходу, не вноситься додаткова затримка через комунікації між

СЗД, а для виконання операцій не потрібно висока обчислювальна потужність. А при відмові консолі керування SDS дані однаково будуть доступними.

Як звичайно, вибір оптимального варіанта залежить від потреб. Якщо необхідні додаткові сервіси зберігання даних і планується закупівля нових систем зберігання, то перші два підходи переважніше. Коли потрібна консолідація ресурсів зберігання й операцій, допоможе третій варіант. Якщо ж потрібно просто оновити інфраструктуру зберігання й уніфікувати її, то максимальні вигоди від SDS можна одержати в «хмарних» ЦОД з високим ступенем віртуалізації.

Приклади SDS

Ряд провідних виробників СЗД уже «устали на шлях SDS», а деякі навіть випустили комерційні продукти. Звичайно розробки в області SDS базуються на системах віртуалізації СЗД, що розвиваються вже багато років, але іноді представляють і принципово нові рішення.

В IBM як перспективна платформа для хмарних і програмно конфігуруємих середовищ розглядається оновлене сімейство систем зберігання даних IBM Storwize. Випущена в жовтні модель IBM Storwize V5000 по продуктивності й функціональності зайняла проміжне положення між моделями початкового рівня V3700 і старшими системами серії V7000.

V5000 може віртуалізувати СЗД різних вендорів, поєднуючи їх у пул ресурсів. Ця технологія знайома користувачам по IBM SVC. У числі її функцій – розподіл даних по рівнях зберігання (Easy Tier), оптимізоване резервне копіювання (FlashCopy), забезпечення катастрофостійкості (Metro Mirror і Global Mirror) і підтримка зовнішньої віртуалізації (External Virtualization), що дозволяє переміщати в V5000 дані з дискових масивів інших виробників. Однак система не уніфікована, тобто підтримується лише блоковий доступ.

Автоматична оптимізація допомагає скоротити витрати й підвищити віддачу від інвестицій, зокрема, завдяки спрощенню роботи системного адміністратора за рахунок його розвантаження від рутинних операцій. ПЗ SmartCloud Virtual Storage Center і Active Cloud Engine забезпечують інтеграцію у віртуальні середовища, керування інформацією й міграцію даних відповідно до заданих правил. Tivoli Storage Productivity Center ME здійснює аналіз і моніторинг системи, а IBM Tivoli Storage FlashCopy Manager – резервне копіювання й відновлення даних.

У поданні IBM, в SDS робоче навантаження визначає вимоги до ємності систем зберігання даних, їхньої продуктивності й інших параметрів, засобу оркестровки планують розподіл ресурсів для виконання угод про рівні обслуговування, а API підтримує взаємодія з компонентами інфраструктури. Це припускає поділ функцій керування й зберігання й застосування більше простих по функціональності систем зберігання. Однак поки що виробники, як вважають в IBM, пропонують лише фрагментарні рішення, а сама компанія перебуває на початковому етапі розробки програмно конфігуруємого зберігання, що характеризується віртуалізацією, консолідацією й оптимізацією СЗД.

Поряд з контролерами віртуалізації до SDS ставиться ще один клас рішень – віртуальні пристрої зберігання (Virtual Storage Appliance, VSA). Яскравим прикладом є HP StoreVirtual VSA – віртуальна програмно обумовлена система зберігання, що підтримує основні стандартні сервери й різні гіпервізори. HP розвиває її з 2007 року, і за цей час було впроваджено понад 170 тис. віртуальні системи зберігання. HP StoreVirtual VSA являє собою ПЗ з відкритими API для керування й оркестрації, установлене на стандартні сервери відкритої архітектури й що дозволяє створювати загальні системи зберігання на базі внутрішніх або дисків, що підключаються до серверів. Однак компанія пропонує й готові програмно-апаратні платформи x86 (Converged Storage Appliance, CSA).

Для керування й оркестрації горизонтально масштабованих платформ CSA можна застосовувати продукти HP або її партнерів. VSA і CSA з'явилися в HP у результаті придбання компанії LeftHand. Нові версії продуктів даного сімейства (наприклад, система зберігання HP StoreVirtual 4335) мають адаптивні функції оптимізації й автоматичним розподілом навантажень між підтомами різних класів.

Відповідно до оцінок HP, у порівнянні з типовою архітектурою SDS на 80% знижує витрати на системи зберігання, на 60% скорочує енерговитрати й на 50% зменшує займану системами площа. До класу SDS ставиться також HP StoreOnce VSA – незалежне від апаратного забезпечення рішення дедуплікації й реплікації резервних копій. Як затверджується, це програмне рішення значно знижує витрати на захист даних, особливо у випадку використання його в IT-інфраструктурі великих і середніх підприємств. Воно дозволяє обійтися без виділеного апаратного забезпечення для резервного копіювання й забезпечує керування всім середовищем резервного копіювання за допомогою єдиної консолі. StoreOnce розгортається як віртуальна машина на сервері й підтримує СЗД різних вендорів.

Однієї з найбільш резонансних нових розробок в області SDS стала платформа EMC ViPR, представлена на конференції EMC World у травні 2016 року. За задумом її творців, платформа ViPR здатна спростити роботу замовників, забезпечивши наступні переваги:

- абстрагування ресурсів зберігання від існуючої інфраструктури й об'єднання їх у стандартизовані віртуальні пули зберігання;

- автоматизацію процесів виділення ресурсів, захисту даних і керування змінами;
- надання доступу до ресурсів зберігання за принципом самообслуговування;
- високу масштабованість;
- динамічну адаптацію до нових сценаріїв використання й навантаженням.

Це рішення передбачає можливості інтеграції із серверами, оснащеними ПЗ VMware, OpenStack і Microsoft, а також з масивами інших виробників (наприклад, NetApp), підтримує програмні інтерфейси REST API для інтеграції з Amazon S3, OpenStack Swift і EMC Atmos, дозволяє створювати сервіси керування даними, що поєднують блокові, файлові й об'єктні ресурси зберігання. У жовтні EMC оголосила про комерційну доступність ViPR для замовників, розроблювачів і партнерів по усьому світі.

По суті ViPR – програмний пакет, що поєднує засоби віртуалізації СЗД із файловим, блоковим і об'єктним доступом і засобу керування зберіганням. Його характерні риси – поділ «шляхи даних» і «шляхи керування», а також підтримка об'єктних СЗД. Найбільш близькі рішення – DataCore SANsymphony (платформа віртуалізації, що поєднує СЗД у середовище Virtual SAN і підтримуюча при цьому традиційні жорсткі диски, флеш-накопичувачі й хмарні сховища), HDS VSP, IBM SVC, NetApp V-Series, а також Melio SANbolic, StorMagic SvSAN і інші VSA.

За допомогою API рішення EMC ViPR здійснює об'єднання СЗД різних вендорів, створює віртуальні пули ресурсів, управляє ними, надає користувачам портал самообслуговування для замовлення послуг, реалізує розподіл ресурсів на вимогу. При цьому «шлях керування» відділений від «шляху даних»: сервери й додатки можуть обмінюватися інформацією з фізичними пристроями прямо, минаючи шар віртуалізації. Це дозволяє використовувати розширені функції без зниження рівнів надійності й продуктивності комплексу. «Шлях даних» забезпечує захист інформації, резервне копіювання, катастрофостійкість, міграцію даних, підтримку різних додаткових протоколів доступу й ін.

Ще одна новинка 2024 року – нова версія операційної системи Clustered Data ONTAP, анонсована компанією NetApp у липні. Одне з нововведень версії 8.2 – логічно ізольовані віртуальні машини зберігання даних (Storage Virtual Machines, SVM), що забезпечують керування якістю сервісу (QoS) для кожного користувача (наприклад, підрозділу організації). Це рішення розглядається в NetApp як основа SDS. SVM нагадує колишню технологію NetApp vFiler (Virtual Filer), але віртуальні машини SVM повністю відділені від апаратних платформ – їх можна переміщати між системами зі збереженням заданих параметрів QoS.

В області SDS працюють чимало недавно створених компаній. По оцінках аналітиків, за останні два роки венчурні інвестиції в цей сегмент світового ринку перевищили 300 млн доларів.

Отже, SDS звичайно трактується як інфраструктурне програмне забезпечення, що надає набір взаємодіючих служб зберігання даних, доступних додаткам і менеджерам робочих навантажень. Сервіси зберігання даних покликані забезпечувати потреби основних типів додатків, можуть використовувати різні платформи й/або носії або інтегруватися із серверами або виділеними системами зберігання. Вони доступні через каталог і управляються оркестратором. SDS забезпечує автоматизоване керування зберіганням, QoS продуктивності (пропускна здатність, IOPS, затримка), вибір правил резервного копіювання й DR, необхідний рівень безпеки.

В ESG виділяють наступні переваги SDS:

- Простота, що досягається завдяки централізованому керуванню й моніторингу в реальному часі. Кращі реалізації SDS забезпечують просту інтеграцію й роботу з різними системами зберігання, серверами й гіпервізорами.
- Економічність, забезпечувана за рахунок спрощеної підтримки й більше повного використання ресурсів зберігання із загального пула.
- Ефективність, що виражається в простому переміщенні даних між системами зберігання й виділенні ресурсів зберігання серверам.

Але SDS в остаточному підсумку – усього лише термін, що позначає напрямок еволюції СЗД. Відомий уже не один рік принцип абстрагування сутностей і керування ними на різних рівнях з використанням автоматизації знаходить усе більше широке застосування. Неспроста торік стали говорити про SDE – Software-Defined Everything. Хоча «програмно обумовлене всі» – скоріше, жартівний термін, але в кожному жарті є частка правди.

SDS – одночасно й новий, і старий підхід. Як вважають аналітики The 451 Group, він здатний вплинути на корпоративну інфраструктуру зберігання даних завдяки можливості виконання багатофункціонального програмного забезпечення на широко розповсюджених апаратних платформах. Однак у той час як ряд вендорів, включаючи HP, IBM і NetApp, уже підхопили ідею програмно обумовлених систем зберігання й пропонують власні рішення, інші, у числі яких Fujitsu, воліють іменувати свої СЗД «бізнес-орієнтованими», розуміючи під цим, зокрема, можливість завдання для додатків пріоритетів (наприклад, щоб одержати бажаний час відгуку) – інше система робить автоматично.

Незалежно від термінології галузь рухається в одному напрямку, і цей шлях не буде гладким. Ідея поділу функцій керування й зберігання, а також застосування більше простих по функціональності систем зберігання в остаточному підсумку може привести до конфлікту між комерційними інтересами виробників і технологічних рішень, що вже можна спостерігати на прикладі SDN: деякі вендори замість відкритого підходу сьогодні пропонують власні пропріетарні розробки.

Розробка структурної схеми

SDDC передбачає можливості створення пулів ресурсів і гнучкого їхнього використання у вигляді сервісів. Для спрощення процесів виділення й звільнення ресурсів концепція серверної віртуалізації повинна бути поширена на мережу й системи зберігання даних (див. рисунок 1). Найважливіша роль при цьому приділяється керуванню. Завдання програмного керування – забезпечити гнучкість і масштабованість SDDC для швидкої адаптації інфраструктури ІТ до вимог нових додатків.

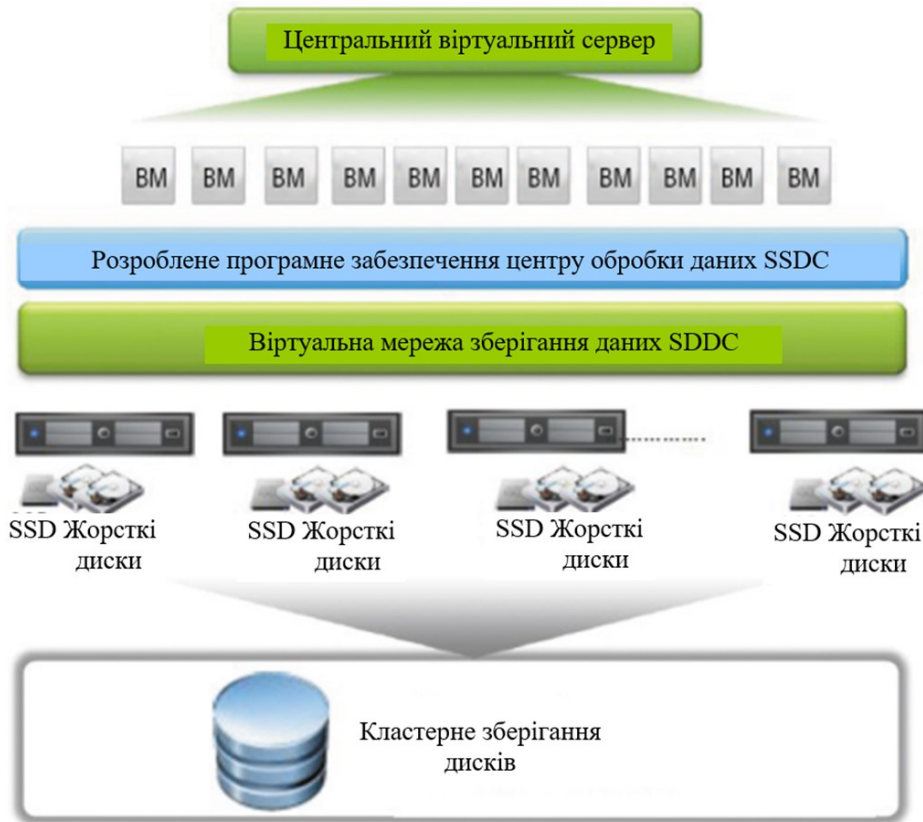


Рисунок 1 – Структурна схема системи

SDS у контексті SDDC

Частиною SDDC є програмно обумовлене зберігання даних (Software Defined Storage, SDS). У звіті IDC «Worldwide Software-Based (Software-Defined) Storage Taxonomy, 2016» затверджується, що програмно обумовлені СЗД будуть повільно, але вірно перетворюватися в найважливіший компонент будь-якого ЦОД (як програмно обумовленого, так і традиційного), де потрібно більш ефективно зберігати й обробляти дані.

Суть програмно обумовленого ЦОД складається у використанні «інтелекту» інфраструктури ІТ для надання сервісів. У випадку СЗД це сервіси зберігання даних. Однак, на відміну від програмно конфігуруємих мереж (Software-Defined Networking, SDN), також граюча важлива роль у програмно обумовлених ЦОД, програмно обумовлені (або централізовано конфігуруємі) системи зберігання припускають не поділ потоків даних і керування, а абстрагування встаткування зберігання даних від керуючого ПЗ. У результаті об'єднані в пул ресурси зберігання можна автоматично розподіляти на рівні програмного забезпечення відповідно до вимог додатків.

При такій моделі «інтелект» і функціональність СЗД переміщуються на рівень програмного забезпечення, що дозволяє централізовано управляти різнорідними ресурсами зберігання – від високопродуктивних дискових масивів до недорогих систем зберігання. Таким чином, SDS припускає перехід від твердої архітектури до програмувального, котра повинна забезпечувати динамічність і високу економічну ефективність. При цьому всі основні функції (дедуплікація, реплікація, динамічне виділення ресурсів і створення миттєвих знімків) виконуються програмно.

Завдяки поділу програмного й апаратного рівня можна купувати й розгортати різнорідні системи зберігання, не турбуючись про проблеми сумісності, неповного використання ресурсів конкретної СЗД і складностях ручного адміністрування ресурсів зберігання: як і в SDDC, центральне місце тут займає автоматизація.

Варто відзначити, що вже сьогодні основні зміни в області систем зберігання зв'язані саме з ПЗ, а не з апаратною частиною, і це підтверджують останні анонси ведучих вендорів

СЗД. «Інтелект» системи зберігання реалізується на рівні програмного забезпечення – її функціональність «іде в ПЗ».

Від пула ресурсів до стандартизації

Відповідно до найпоширенішої точки зору SDS буде сприяти максимально ефективному використанню наявних систем зберігання й ефективному керуванню різнорідними ресурсами. Однак деякі виробники пропонують позбутися від успадкованих СЗД і замінити їх «стандартними» дисковими масивами. У їхньому поданні реалізація концепції SDS означає не тільки віртуалізацію й автоматизацію СЗД, але й стандартизацію. Передбачається, що програмне забезпечення SDS повинне працювати на відкритому, типовому встаткуванні (commodity), у той час як у традиційних системах мікропрограми розробляються для спеціалізованих мікросхем (ASIC), мікропроцесорів або контролерів.

Але що таке «стандартні СЗД»? Практично те ж саме, що й стандартні сервери. Так, на думку деяких експертів, першим кроком до SDS стало впровадження в СЗД флеш-пам'яті PCIe. Це дозволило значно підвищити продуктивність додатків і замінити дорогі пропріетарні дискові масиви більше дешевими стандартними серверами із флеш-накопичувачами. Не секрет, що багато дискових масивів реалізуються на платформі x86 і оснащуються стандартними інтерфейсними модулями й накопичувачами. Наприклад, компанія EMC недавно випустила дисковий масив XtremIO, побудований повністю на базі флеш-пам'яті. Його апаратна платформа XtremIO фактично складена зі стандартних компонентів. Така архітектура дозволяє легко модернізувати систему – перейти на SSD більшої ємності й більше сучасні процесори й інтерфейси.

Тим часом більшість так званих серверів зберігання даних не мають всі ознаки програмно обумовленого зберігання й не є рішенням рівня підприємства. До того ж «стандартизація» СЗД означала б заміну наявної в замовника інфраструктури зберігання, що пов'язане із серйозними капітальними витратами. Тому в якості першого практичного кроку пропонується інше рішення, а саме віртуалізація ресурсів зберігання даних. Це дозволяє об'єднати різнорідні ресурси в пул, що дає можливість по-новому використовувати наявні системи.

Крім того, SDS припускає об'єднання ресурсів зберігання на різних носіях (дисках, флеш-накопичувачах, магнітних стрічках) і в зовнішніх хмарах. А за допомогою системи керування адміністратор може одержати цілісне подання про те, що відбувається у всій цій інфраструктурі, і централізовано управляти нею. IDC відзначає, що рішення SDS повинне підтримувати повний спектр сервісів зберігання, еквівалентний традиційним апаратним платформам, але який охоплює всю інфраструктуру зберігання. У числі прикладів – сервіси міграції даних, реплікації й багаторівневого зберігання.

SDS визначає, як організовані дані, де перебуває місце їхнього постійного зберігання (DAS, SAN, NAS, хмарне або об'єктне сховище), який вид сервісів пропонується. Для замовника SDS може виглядати, як програмний пакет, що забезпечує віртуалізацію ресурсів і керування, як спеціальна програмно-апаратна платформа (appliance) або навіть як набір хмарних сервісів. (Відомі хмарні сервіси зберігання даних – ще один «пробний камінь» на шляху до програмно обумовленого зберігання.)

Керування здійснюється на основі заданих правил, а віртуальним машинам привласнюються атрибути зберігання (VM Storage Policy) – наприклад, ємність, продуктивність, доступність. Виходячи із цих атрибутів, ВМ надаються сервіси зберігання. Для цього використовується платформа віртуалізації повинна підтримувати специфічні апаратні функції СЗД і забезпечувати операції ВМ із даними.

На думку аналітиків Evaluator Group, SDS дозволить поширити такі засоби систем зберігання, як знімки даних, реплікація або RAID на різнорідні дискові масиви, і доповнити їх новими коштовними функціями. Абстрагування сервісів зберігання відкриває можливість для централізованого адміністрування й керування, а в традиційній архітектурі це робиться окремо для кожного дискового масиву.

У дійсності програмно обумовлене зберігання далеко не нове явище. Схожі підходи були реалізовані ще десять років тому: наприклад, компанією IBM у її продукті SUN Volume Controller (SVC) і HDS в Virtual Storage Product (VSP) – у цих рішеннях підтримуються можливості підключення до «контролера» СЗД систем зберігання різних вендорів і об'єднання їх у єдиний пул ресурсів. Однак реалізована ними віртуалізація систем зберігання даних і запропоновані засоби оптимізації, наприклад пріоритизація уведення-виводу для конкретних додатків, – тільки перший крок на шляху до SDS, далі вдалося просунутися лише деяким вендорам.

До вигід, одержуваним від впровадження віртуалізованих СЗД, відносять раціональне використання ресурсів зберігання і їхню консолідацію, спрощене керування, розширення функціональності й підвищення продуктивності дискових масивів, підтримку реплікації й переміщення даних без зупинки сервісів, додавання багаторівневого зберігання до наявних ресурсів. Однак у такій архітектурі можуть виникати вузькі місця й потенційні крапки відмови, а інтеграція з додатками здійснюється не повною мірою.

Кінцева мета – перехід до відкритих платформ, що набудовується відповідно до вимог додатків. Її досягнення можливо лише в тому випадку, якщо будуть прийняті, схвалені й впроваджені галузеві стандарти, що регламентують відкриті рішення, які здатні працювати «поверх» пропрієтарних технологій.

Проблеми SDS

По суті, SDS – це ще один крок на шляху до хмари, але реалізувати цю гарну ідею непросто. Успадковані традиційні СЗД поряд з ризиками переходу на повністю нову платформу – серйозні перешкоди на шляху до програмно обумовлених систем зберігання. Та й віртуалізація СЗД поки відстає від віртуалізації серверів і мереж, а функціональність систем зберігання задіється гіпервізорами лише почасти. Одна із причин – відсутність стандартизації. У системах зберігання звичайно використовується патентоване ПЗ контролерів, а інфраструктурою зберігання складно управляти, та й масштабувати її, як правило, непросто. Навіть якщо в ЦОД застосовуються СЗД одного вендора, для керування ними можуть знадобитися різні програмні засоби. У різноманітному середовищі завдання виявляється ще більш важкою.

Через наявність декількох крапок керування й різних підходів до керування СЗД ускладнюється керування віртуалізованими хмарними ЦОД і утрудняється одержання єдиної цілісної картини середовища зберігання даних, не говорячи вже про додаткові витрати, а виділення й вивільнення ресурсів зберігання перетворюється в багатоетапний процес, що вимагає участі адміністраторів серверів і адміністраторів систем зберігання. Програмно обумовлені СЗД покликані перебороти ці проблеми на шляху до хмарних ЦОД.

Як уже пояснювалося, SDS припускає абстрагування успадкованих ресурсів SAN і NAS і створення пула ресурсів. Але для цього буде потрібно об'єднати в пул системи з файловим і блоковим доступом без втрати функціональності відповідних СЗД, централізувати розподіл ресурсів, доступ і керування, а також забезпечити можливість додавання нових типів систем зберігання. Іноді ця модель охоплює й системи DAS. Однак ефективно управляти трафіком передачі даних у такій інфраструктурі непросто – неминуче виникають вузькі місця, що веде до втрати продуктивності й зниженню рівня доступності додатків.

Так звані сервіси зберігання даних повинні являти собою якусь комбінацію сервісів реплікації, знімків даних, шифрування, дедуплікації й т.д., але інтегрувати різноманітні пропрієтарні API, призначати сервіси даних СЗД різних вендорів і класів систем зберігання до того ж повністю використовувати можливості задіяних успадкованих СЗД дуже складно.

Включення в архітектуру зберігання додаткових видів СЗД порушує цілісність її подання. Така комбінація (наприклад, DAS на границі інфраструктури зберігання й системи SAN/NAS у її центрі) дозволить ефективно використовувати наявну ємність, але одержати точну загальну картину такого середовища зберігання навряд чи вдасться. Крім того, завдання розподілу ресурсів багаторазово ускладнюється, а збільшення кількості крапок

керування й інструментальних засобів веде до появи вузьких місць через технологічні обмеження. Автоматизувати розподіл ресурсів непросто, а при ручному керуванні росте ймовірність помилок, що виникають із вини системних адміністраторів. Але ж саме цього вендори прагнуть уникнути за допомогою SDS.

Для реалізації концепції SDS потрібні єдина крапка керування, відкриті API, простий процес виділення ресурсів, порівнянний за часом і трудомісткістю зі створенням віртуальної машини, централізований моніторинг і керування. Службові сервіси (автентифікації, обліку споживаних ресурсів і ін.) могли б допомогти ІТ-підрозділам і провайдерам сконцентрувати сили для створення нових послуг.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів центру обробки даних SSDC.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем центру обробки даних SSDC.
- Досліджена система центру обробки даних SSDC.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи центру обробки даних SSDC.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання центру обробки даних SSDC. 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. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
6. 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.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

13. 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.
14. 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.
15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, 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.
16. 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.
17. 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.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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. – Beggel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
22. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
23. 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.