

УДК 004

В.Пятишев, магістр гр. КІ-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ПРИВАТНОЇ ХМАРИ

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

Постановка проблеми. Інтегровані програмно-апаратні комплекси, що включають у себе серверне й мережне устаткування, системи зберігання даних, набір системного й керуючого ПЗ для рішення специфічних завдань, прискорюють введення в експлуатацію, сприяють передбачуваності й зниженню ризиків, однак підходять вони в основному великим компаніям і провайдерам.

Практично всі провідні вендори пропонують так звані комплексні інтегровані платформи – заздалегідь протестовані програмно-апаратні рішення загального призначення або оптимізовані для виконання тих або інших завдань. У числі прикладів – системи vBlock альянсу VCE, Cisco UCS, HP CloudSystem, IBM PureSystem, Dell Active System, Hitachi Unified Compute Platform (UCP) і ін., а також референсні архітектури спільної розробки декількох вендорів. У ряді випадків подібні рішення позиціонуються як «хмару з коробки» – системи, за допомогою яких замовник може швидко розгорнути інфраструктуру приватної або публічної хмари й впровадити хмарні сервіси.

Інтегровані системи являють собою закінчений програмно-апаратний комплекс для рішення специфічних завдань. Поряд із серверним і мережним устаткуванням, СЗД, набором системного й керуючого ПЗ одним із ключових його компонентів є спеціалізоване прикладне програмне рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтеграції для приватної хмари.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари.

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

- Огляд існуючих систем інтеграції для приватної хмари.
- Дослідження системи інтеграції для приватної хмари.
- Програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари.

Об'єктом дослідження є процес інтеграції для приватної хмари.

Предметом дослідження є методи інтеграції для приватної хмари.

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

Виклад основного матеріалу. Усе більше підприємств по усьому світі вибирають хмарну архітектуру й, в основному, по двох причинах. Вона робить бізнес більше

динамічним, дозволяє швидко реалізувати нові бізнес-моделі, а також сприяє ефективному використанню ІТ-ресурсів, спрощує експлуатацію ІТ-інфраструктури. Однак перехід у хмару вимагає аналізу зв'язку ІТ з бізнес-стратегією й припускає не тільки з технологічні, але й організаційні зміни, реорганізацію бізнес-процесів.

Якщо ви ще не готові до публічної хмари, або це суперечить корпоративній політиці, то можна одержати значні переваги від захищеної приватної хмари. Розгортаючи хмару на своїй площадці, ви забезпечите кращий контроль над витратами й засобами безпеки, разом з тим домігшись більшої гнучкості бізнесу й економії операційних витрат, властивих хмарі. За даними дослідження Oracle, більше половини (55%) респондентів відзначають, що вони досягнуть «хмарної зрілості» в освоєнні приватних хмар у найближчі два роки.

Життєвий цикл хмари містить у собі планування ІТ-архітектури й варіантів консолідації додатків, створення хмарної інфраструктури, підготовку сервісів, їхнє тестування й публікацію для користувачів, моніторинг і керування хмарною інфраструктурою, тарифікацію й білінг, оптимізацію ресурсів. Як же побудувати приватна хмара? Можна виділити наступні кроки.

Крок 1. Планування хмари

Приватна хмара припускає віртуалізацію, стандартизацію й автоматизацію. Хоча віртуалізація не обов'язково лежить в основі приватної хмари, це найпоширеніший підхід. Віртуальне середовище, як правило, вимагає централізації ресурсів зберігання даних. У сучасних ЦОД вона охоплює всі рівні – від обчислювальних до мережних ресурсів.

При проектуванні хмари необхідна інвентаризація ІТ-активів і документування процесів, ревізія корпоративних додатків, аналіз доцільності й способів перекладу додатків у хмару. Щоб консолідувати поточні додатки, треба проаналізувати, як розподіляється навантаження. Для рішення цього завдання використовуються спеціальні інструменти.

Перехід до приватної хмари припускає аналіз готовності ІТ-інфраструктури й при необхідності – її модернізацію й стандартизацію, включаючи системи керування й забезпечення безпеки. Одна із цілей створення приватної хмари – автоматизація, але її складно досягти без стандартизації ІТ-систем.

Крім того, необхідні побудова або зміна процесів керування ІТ відповідно до хмарної моделі. Потрібно продумати, як буде відбуватися розгортання хмари й міграція в нього ІТ-сервісів, які організаційні зміни для цього необхідні. Таким чином, на даному етапі відбувається детальне пророблення організаційної й технічної складової міграції.

Крок 2. Створення інфраструктури

Для хмари необхідно вибрати технологічну платформу. Вона повинна відповідати характеристикам і принципам майбутньої інфраструктури. Правильно побудована архітектура визначає, які типи сервісів і наскільки гнучко можна буде надавати користувачам.

Приватні хмари можуть бути реалізовані на різних апаратних платформах залежно від розміру підприємства, обсягу й класу розв'язуваних завдань – від ЦОД для великих компаній до декількох серверів x86 для SMB.

У цей час вендори пропонують системи, спеціально спроектовані для реалізації частки хмари. Інтегровані програмно-апаратні комплекси, що включають у себе серверне й мережне встаткування, СЗД, системне й керуюче ПЗ для рішення специфічних завдань, сприяють передбачуваності результату й зниженню ризиків.

Такі комплексні рішення призначені для критично важливих завдань, здатні до масштабування, характеризуються високою продуктивністю й простотою керування. Їх можна використовувати для консолідації різнотипних навантажень. Існують і спеціалізовані рішення, які створені під конкретні завдання, наприклад, обробку більших обсягів даних.

За прогнозом Oracle, в 2018 році багато підприємств сфокусуються на використанні предінтегрованої ІТ-інфраструктури, а не на спробах «самоскладання», а ІТ-команди зрозуміють, що «один розмір» не може підійти для всього. Вони розділять робочі

навантаження на кілька напрямків і будуть намагатися оптимізувати кожне окремо, а не всі разом.

Спеціалізоване ПЗ дозволяє реалізувати функціональні атрибути хмари: сервісну модель, автоматизоване обслуговування споживачів, масштабованість і моніторинг ресурсів, динамічний розподіл навантаження.

Крок 3. Налаштування

Серед переваг інтегрованих платформ – простота розгортання, гарантована працездатність, простота керування. Виробник ретельно контролює всі компоненти, тому рішення працює більш стабільно, демонструє високу продуктивність, відрізняється простотою використання й мінімумом простоїв.

Побудова хмарної інфраструктури зі стандартних компонентів і її налаштування дають ряд переваг: вирішуються проблеми із сумісністю, стандартні елементи інфраструктури мають відомі характеристики продуктивності, а ресурси, необхідні для роботи сервісів, можуть бути визначені заздалегідь шляхом тестування.

Етап налаштування включає підготовку віртуальних машин, БД, серверів додатків, призначення прав користувачам. Хмара також має на увазі стандартизацію створюваних об'єктів на основі механізму шаблонів.

Крок 4. Тестування

Далі проводиться тестування хмари. Отримані результати дозволять скласти чітке уявлення про те, як той або інший сервіс або додаток «почувають» себе в хмарі. Вони допоможуть виявити слабкі місця обраної архітектури й усунути їх уже на цьому етапі.

Складні технологічні рішення мають на увазі кілька типів тестів – тестування модулів для аналізу компонентів рішення, функціональне тестування, тобто перевірку того, що продукти й компоненти працюють саме так, як планувалося, а також інтеграційне тестування рішення як єдиного цілого. У системах з високими вимогами до безпеки проводяться тести на захист від несанкціонованого доступу.

Комплексні інтегровані платформи, що використовують стандартизовану архітектуру, не вимагають глибокого додаткового тестування, що дозволяє істотно скоротити час введення системи в експлуатацію.

Крок 5. Замовлення сервісів

Хмара з його автоматизацією припускає замовлення й роботу із сервісами кінцевих користувачів за допомогою порталу самообслуговування. Створення порталу самообслуговування спрощує доступ користувачів до необхідних сервісів і ресурсів ІТ, і, в остаточному підсумку, розвантажує фахівців першої лінії підтримки. Він надає можливості ефективного самообслуговування різних груп споживачів за рахунок автоматизованого надання ІТ-послуги «за запитом».

За допомогою порталу самообслуговування користувач може створити заявку, у якій у формалізованому виді вказати вимоги до ІТ-ресурсів, необхідним для нового сервісу. Заявка або перевіряється адміністратором хмари, або, при відповідних налаштуваннях, виконується системою керування хмари автоматично.

Крок 6. Моніторинг

Обов'язковий компонент хмари – система моніторингу й керування. Зокрема, вона дозволяє контролювати продуктивність додатків, швидко реагувати на проблеми. Необхідно також контролювати використання дискового простору, оперативній пам'яті, обчислювальній потужності й заздалегідь передбачати вичерпання цих ресурсів. Особливо зручні універсальні засоби моніторингу й керування – від диска до додатка й хмари. Результатом повинне стати підвищення якості обслуговування користувачів і скорочення експлуатаційних витрат завдяки ранньому усуненню несправностей. Комплексний моніторинг підвищує надійність ІТ-інфраструктури в цілому – скорочується час простою. Крім того, завдяки системі моніторингу не допускається безконтрольний ріст числа віртуальних машин, з'являється можливість обґрунтовувати й планувати закупівлю ІТ-

систем. При необхідності можна організувати білінг використання обчислювальних ресурсів.

Крок 7. Тарифікація й білінг

Одна з важливих характеристик хмари – можливість оплати тільки по факті використання ресурсів, поява простого й прозорого способу розрахунку собівартості ІТ-послуг. Інтегровані в приватна хмара інструментальні засоби дозволяють будувати складні плани білінгу, що враховують десятки характеристик використання встаткування й ПЗ.

Потужні системи тарифікації й білінгу допомагають сформувати гнучкий план оплати ресурсів. При використанні хмарних сервісів для кожного об'єкта на основі тарифного плану будуть формуватися звіти про платежі. Вони можуть бути основою реальної оплати (у сполученні з білінговою системою) або контролю споживаних ресурсів і для взаєморозрахунків.

Крок 8. Оптимізація

Прості засоби створення хмарної інфраструктури дозволяють розгорнути приватну хмару за один-два тижні, організувати його експлуатацію. Керування всім технологічним стеком хмари від устаткування до додатків здійснюється централізовано.

При впровадженні приватної хмари підвищується оперативність роботи ІТ-відділу – у будь-який момент по запиті бізнесу він може розгорнути потрібний сервіс за 5-10 хвилин. ІТ-фахівці лише піднімають віртуальну машину із шаблону й установлюють необхідний сервіс, у той час як компанії із традиційної ІТ-інфраструктурою довелося б замовляти сервер, установлювати на нього програмне забезпечення й додатки, підключати його до мережі передачі даних і інфраструктури зберігання.

Приватна хмара – зручна й ефективна інфраструктура, що має більшу гнучкість і ефективність, чим традиційні ІТ. Його характеризують швидкість перебудови, масштабованість і ефективність. Для багатьох організацій це природний перший крок до освоєння хмарних технологій. Крім того, використання такої хмарної моделі служить базою для створення гібридної хмари.

Як правило, рішення для приватної хмари – мультивендорні, і технологічний стік у публічній і приватній хмарі не ідентичний. Деякі постачальники можуть запропонувати для приватної й публічної хмари ті самі платформи, що заважає використовувати потенціал вільної переносимості робітників навантажень між приватним і публічним хмарним середовищем. Але ж було б зручно, якби розгортання хмарних рішень в інфраструктурі клієнта виглядало точно так само, як ще одна дата-центр у публічній хмарі. Ви могли б розширювати ресурси свого дата-центра за рахунок публічної хмари або почати розробку додатка в публічній хмарі, а потім запустити його роботу у своєму даті-центрі. Сьогодні це стає реальністю.

Розробка структурної схеми

У чому відмінність конвергентних і інтегрованих комплексних платформ? Часто між ними не роблять розходжень, але можна спробувати розділити ці поняття.

Конвергентні рішення виникають на стику традиційних технологій, що ставляться до різного галузям. Вони виходять за межі традиційного підходу й розширюють границі використання традиційних рішень. Інтегровані системи, що складаються з різних елементів апаратно-програмного забезпечення, супроводжуються відповідними сервісами й вирішують конкретне завдання або певний клас завдань. Але, що характерно, всі елементи такої системи є традиційними для даної галузі (наприклад, сервери, системи зберігання даних, мережне встаткування, програмне забезпечення) і несуть із собою тільки властиві їй переваги. Як правило, у них немає чогось революційного, що істотно міняло б підхід до рішення завдання.

Під конвергентною інфраструктурою розуміють набір технологій і продуктів, об'єднаних в одне рішення. У більшості платформ для побудови приватних хмар конвергенція існує на рівні мереж. Використовуване спеціалізоване комутаційне встаткування поєднує різні типи підключень, у тому числі високошвидкісні. Крім цього, воно оптимізує роботу додатків замовника.

Інтегроване рішення націлене на досягнення максимальної продуктивності при мінімальній вартості у випадку виконання вузькоспеціалізованого завдання. Конвергентне рішення орієнтоване в основному на якнайшвидше одержання потрібного результату при мінімальних ризиках і претендує на універсальність. Крім того, воно вигідно наявністю гарантованих характеристик, мінімальними ризиками впровадження й можливістю висновку єдиного сервісного контракту.

Інтегровані системи, як правило, складаються з апаратних систем стандартної архітектури й необхідного набору програмного забезпечення для виконання спеціалізованих завдань, що дає ряд переваг. Усе компоненти перевірені, протестовані й підібрані таким чином, щоб обчислювальні ресурси використовувалися з максимальною ефективністю. З фінансової точки зору їхнє застосування доцільно саме при рішенні тих завдань, для яких вони й створювалися.

Серед переваг інтегрованих платформ – простота розгортання, гарантована працездатність (тобто мінімальні ризики впровадження завдяки попередньому тестуванню), простота керування (відповідна функціональність теж інтегрована). До числа переваг комплексних інтегрованих платформ відносимо стандартизовану архітектуру й дизайн – вони не вимагають глибокого додаткового тестування, що дозволяє істотно скоротити час введення системи в експлуатацію. Виробник ретельно контролює всі компоненти, тому рішення працює більш стабільно, демонструє високу продуктивність, відрізняється простотою використання й мінімумом простоїв (як запланованих, так і пов'язаних з аваріями). Інтегровані системи – це гарантована відказостійкість і масштабованість, відповідальність вендора за всю платформу, підтримка новітніх версій системного ПЗ.

Готові інтегровані платформи називають рішеннями «з однієї коробки». Замовник не витрачає час на пошук і перевірку сумісності компонентів і додатків, на замовлення серверів, систем зберігання даних, мережного встаткування, програмного забезпечення для віртуалізації й моніторингу. Все це вже протестовано й перевірено на сумісність. Вендор гарантує безшовну інтеграцію всі складові платформи і її працездатність як єдиного комплексу. Одне з важливих переваг подібних систем – єдина крапка обігу для технічної підтримки».

Інтегровані платформи відрізняють простота й можливість швидкого розгортання. Готова система забезпечує передбачувану продуктивність відповідно до вимог кінцевого завдання. Застосування рішень на базі інтегрованих платформ у максимальному ступені рятує від проблем сумісності, масштабованості, модернізації й подальшої підтримки. Таким чином, знижується вартість розробки, впровадження й підтримки комплексу протягом усього строку експлуатації.

Безсумнівна а таких рішень – можливість впроваджувати їх в інфраструктуру підприємства з мінімальними витратами. Причому вже на етапі закупівлі інтегрованої платформи замовник визначає її можливості, співвідносячись їх зі своїми вимогами. Але якщо останні були розраховані погано, ціна помилки буде дуже висока. Саме тому варто звертати особливу увагу на вихідні вимоги й ретельно проробляти їх ще задовго до вибору на користь того або іншого рішення.

Нерідко вендори пропонують спеціалізовані системи – інтегровані платформи, оптимізовані для роботи з певним програмним забезпеченням. Серед прикладів – системи Oracle Exalogic, Exadata і Exalytics, IBM PureData або PureApplication. Такі платформи дозволяють домогтися більше високої продуктивності в порівнянні з універсальними. Якщо перед компанією коштує конкретне завдання, наприклад розгортання бази даних для надання оперативного й безперебійного доступу до інформації, то використання спеціалізованої платформи буде найкращим рішенням. Оскільки вимоги до інфраструктури в різних додатків помітно відрізняються, такі рішення, оптимізовані для конкретних ІТ-сервісів, – зручний для замовника варіант. Однак чим більше уніфікованої є платформа, тим легше її обслуговувати й підтримувати, а розмаїтість апаратних і програмних засобів приводить до більше частого виникнення проблем і ускладненню процесу експлуатації рішення.

Від комплексних інтегрованих платформ, призначених для побудови приватної хмари (VCE vBlock, HP CloudSystem, IBM PureSystems і т.д.), варто відокремлювати спеціалізовані програмно-апаратні комплекси, призначені для обробки великого обсягу даних (Oracle Exadata, IBM Netezza і ін.). Останні створені під цілком конкретні завдання – для обробки більших обсягів даних – і при правильному використанні є найбільш оптимальним рішенням.

Спеціалізовані системи дозволяють домогтися істотного підвищення продуктивності. Наприклад, рішення на зразок Oracle Exadata, IBM Netezza, SAP HANA підвищують швидкість обробки даних у десятки, а в деяких випадках і в сотні разів. Крім того, при необхідності продуктивність комплексу легко збільшити за рахунок нарощування апаратних ресурсів.

Універсальна інтегрована платформа не завжди здатна вирішити конкретне завдання. Вузкоспеціалізовані завдання, наприклад обробка «важких» баз даних або надання віртуальних робочих місць для більше десятка тисяч користувачів, вимагають оптимізованих рішень

Система повинна призначатися для конкретного завдання, але при цьому бути масштабованою. Навіть у випадку вибору «коробкових» рішень, а не окремих компонентів потрібно сформулювати цілком певні вимоги.

Використання спеціалізованої платформи має сенс, якщо є чітко обкреслене завдання й потрібно оптимізувати під неї платформу – по продуктивності, співвідношенню ціна/якість або інші параметри. У такому випадку можна «вичавити» з її максимум, але прийде поступитися гнучкістю. А відсутність гнучкості має на увазі, що із часом завдання не будуть змінюватися або, принаймні, зміни будуть незначні. Втративши в гнучкості, можна істотно виграти в ціні й продуктивності (у тому числі за рахунок відмови від додаткового функціонала і його підтримки).

Однак у багатьох випадках, коли мова йде про центри обробки даних, обслуговуючих одне або кілька підприємств, доцільніше використовувати універсальні платформи, які дозволять виконувати різні завдання й використовувати різні підходи, тому універсальність більше затребувана. Але це не означає, що спеціалізовані системи не потрібні – вони займають свою нішу на ринку.

Вибір на користь спеціалізованої платформи виправданий, якщо протягом як мінімум трьох років на цій платформі планується використовувати тільки певний додаток. Спеціалізовані платформи доцільніше застосовувати, коли завдання вимагає більших обчислювальних ресурсів і нема сенсу віртуалізувати додаток. До того ж управляти такою системою набагато легше, ніж самостійно зібраної з різних компонентів.

Спеціалізовані рішення можуть забезпечити більше високі показники продуктивності й ефективності для конкретного додатка, але це чреватим певними негативними наслідками: виникненням ефекту «прив'язки» до платформи й необхідністю оптимізувати сам додаток, неможливістю альтернативного використання такої платформи, залежністю від програмного забезпечення, підтримуваного платформою, труднощами переходу на нові версії платформи й т.д. В остаточному підсумку питання зводиться до стратегічного вибору платформи й оцінці ризиків експлуатації. Досвід компанії Hitachi показує, що ринок усе більше відмінюється до вибору рішень на базі відкритих універсальних платформ. Їхня продуктивність і ефективність здатні задовольнити самих вимогливих замовників, при цьому вибір версії й типу програмної платформи не обмежується

Очевидних недоліків у таких рішеннях ні, але є «ціна питання. Чи готові ви платити за «перевірені на сумісність» компонента, якщо в переважній більшості випадків вони являють собою стандартні інтерфейси й компоненти? Або за «рекомендовані конфігурації», якщо система однаково буде масштабуватися відповідно до конкретних вимог? До того ж у хмарній інфраструктурі ми максимально абстрагуємося від фізичної складової й оперуємо такими поняттями, як віртуальна машина, а не фізичний сервер, профіль зберігання, а не дисковий тім, мережні сервіси, а не мережні пристрої.

Вартість системи збільшується за рахунок надмірності, взаємної інтеграції компонентів, їхнього тестування на сумісність і комплексну підтримку. Подібні платформи може собі дозволити далеко не кожне підприємство.

Недостатня гнучкість. Такі платформи не відрізняються великою гнучкістю. Далеко не всі можливі сценарії можна реалізувати із залученням інтегрованої платформи. Іноді це може бути пов'язане з масштабами системи. Наприклад, платформа розрахована на підтримку 200 або 500 віртуальних машин, а підприємству потрібне рішення рівне на 300 VM. Якщо ж замовник збирає системи самостійно, у нього з'являється можливість настроїти їх відповідно до власних потреб.

Надмірність. Складності при впровадженні комплексних інтегрованих платформ найчастіше виникають у зв'язку зі спробами застосувати такі рішення для малих конфігурацій. Найчастіше навіть у мінімальній конфігурації забезпечується значно більша продуктивність, чим це необхідно для виконання окремого завдання, або такі вимоги регулярно міняються. Для подібних випадків передбачаються різні сценарії впровадження комплексних інтегрованих платформ. Рішення Hitachi UCP, зокрема, дозволяють задіяти інтегровану платформу для одночасного виконання різних завдань і динамічно перерозподіляти між ними необхідні ресурси. Тим самим підвищується ефективність використання платформи й забезпечується захист інвестицій.

Проблеми інтеграції з успадкованою інфраструктурою. Далеко не всі завдання ефективно зважуються на інтегрованих платформах. Припустимо, підприємство хоче перевести всі свої бізнес-процеси в приватна хмара. При цьому виникає питання: що робити зі старим «залізом»? Найчастіше вендор не гарантує сумісності вже наявного в замовника встаткування й ПЗ приватної хмари, особливо якщо мова йде про апаратне забезпечення іншого виробника. Але сьогодні вже існують рішення, які дозволяють будувати приватна хмара на наявному в замовника встаткуванні.

Комплексна інтегрована платформа – закінчений продукт, що поєднує в собі й серверній платформі, і мережні модулі, і системи зберігання. Завдяки наявності уніфікованих компонентів такий комплекс досить добре конфігурується і їм легко управляти, що є безсумнівним плюсом при створенні інфраструктури з нуля. Але інтегровану платформу не можна назвати універсальною – її архітектура опирається на рішення конкретних вендорів, а виходить, інтеграція із уже існуючим IT-комплексом може бути утруднена.

Ідея «ЦОД з коробки» або «блокового ЦОД», звичайно, залучає ті, хто збирається будувати дати-центри. Наприклад, ми зараз зайняті підготовкою проектів по будівництву біля десяти ЦОД у різних регіонах країни. Головне, не помилитися в прогнозі потужностей. У цій ситуації дуже привабливою виглядає можливість покупки готового блоку, до якого можна додати другий або третій. Ми уважно стежимо за тенденціями розвитку подібних рішень і іноді їх вибираємо. Однак ціна часом занадто висока, тому в ряді випадків вигідніше просто встановити в приміщенні стійки й розмістити в них устаткування».

Варто розрізнити програмно-апаратні платформи великих вендорів і «хмара з коробки» – по суті незалежне від апаратних засобів інтегроване програмне рішення, що складається з великої кількості функціональних модулів. З ростом затребуваності й здешевленням послуг IaaS і SaaS, надаваних зовнішніми провайдерами, будівництво власного ЦОД і частки хмари може бути актуально тільки для великих підприємств. Використовувати готові рішення або власні програмні розробки на базі референсних архітектур і платформ із відкритим кодом, наприклад OpenStack, – питання IT-стратегії. Як показує практика, коли закінчується перехідний період прийняття технологій ринком, готові промислові рішення виявляються дешевше власних розробок.

Вимоги замовників до побудови приватної хмари розділяють на дві групи: до першого ставиться все, що пов'язане зі зручністю й доступністю розташовуваних у хмарі корпоративних сервісів, до другого – безпека й захист даних у хмарі від несанкціонованого доступу. Особлива увага приділяється масштабованості рішень, простоті й гнучкості їхньої інтеграції з наявною IT-інфраструктурою.

Сьогодні замовники краще інформовані про можливості хмар, тому їхнього очікування від реалізації таких проектів стають усе більше конкретними. Шлях до приватної хмари рекомендуємо починати з аудита сформованої інфраструктури, у процесі якого з'ясовується, яка частка застарілих додатків, у чому складаються актуальні вимоги замовника до продуктивності інфраструктури, якій специфіці бізнесу і яким зовнішнім нормативним вимогам повинне відповідати створювана приватна хмара.

До числа важливих тенденцій фахівці цієї компанії відносять зміну моделі надання корпоративних хмарних сервісів: сьогодні підприємства зацікавлені в одержанні готових рішень із хмари, без додаткових зусиль по їхньому об'єднанню в рамках корпоративної мережі.

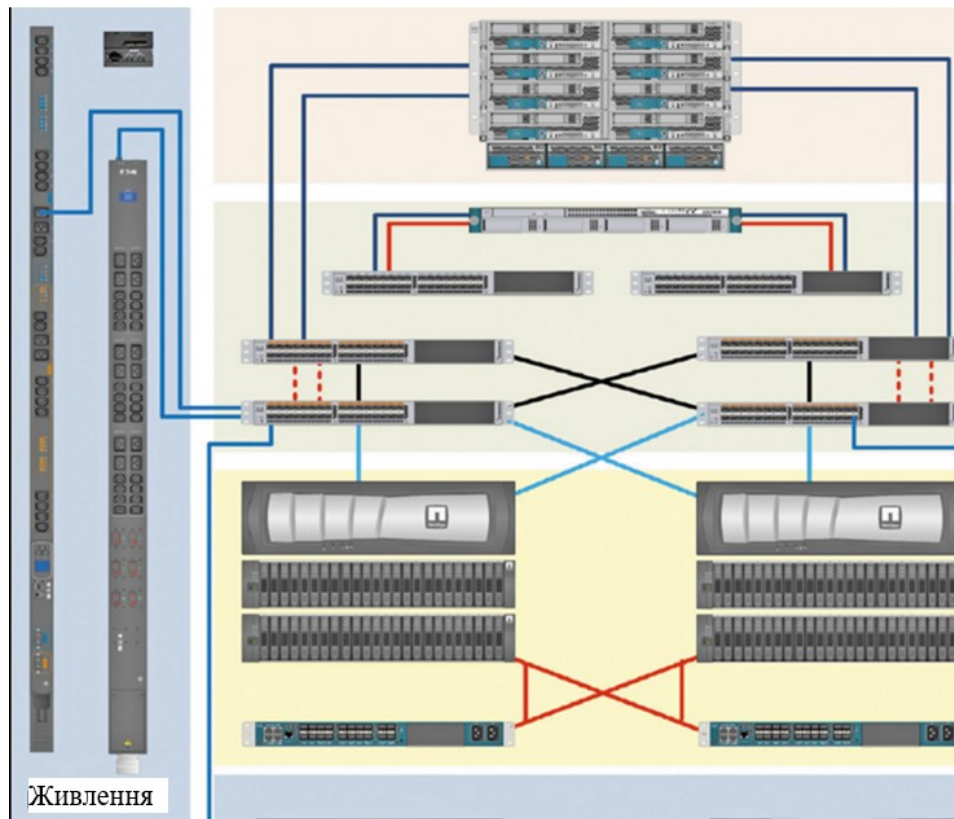


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Недарма все частіше експерти говорять про швидку появу єдиної сумісної (конвергентної) програмного, комунікаційного й апаратного середовища, у якій будуть уніфіковані як самі IT-сервіси, так і моделі їхнього надання. По суті, це конструктор, на основі якого можна буде створювати комплексні рішення, що максимально враховують специфіку бізнесу, галузі й вимоги законодавства, що особливо важливо для компаній з банківського сектора, для державних структур і організацій охорони здоров'я.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтеграції для приватної хмари.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інтеграції для приватної хмари.
- Досліджена система інтеграції для приватної хмари.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтеграції для приватної хмари.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтеграції для приватної хмари. 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. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
 22. 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.
 23. 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.