

УДК 004

М.Черкашин, магістр гр. КН-24М,*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ НАДАННЯ ХМАРНИХ ПОСЛУГ НА БАЗІ CISCO HYPERFLEX

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

хмарні послуги, Cisco HyperFlex

Постановка проблеми. Під конвергентною ІТ-інфраструктурою розуміють системи, у яких обчислювальні потужності, мережні ресурси й сховища даних максимально уніфіковані й консолідовані в рамках рішення, що звичайно складає із продуктів декількох виробників. Гіперконвергентні системи продовжують курс на об'єднання ІТ-ресурсів у цілісне рішення. Даний підхід припускає об'єднання використовуваних ресурсів за допомогою типових апаратних блоків і програмно обумовлених засобів. Головним драйвером появи гіперконвергентних рішень стало прагнення замовників заощадити за рахунок відмови від дорогих традиційних (виділених) систем зберігання даних і мереж SAN.

Продукти Cisco HyperFlex побудовані на основі серверів Cisco UCS, до яких додана платформа NX Data. Остання поєднує твердотільні й дискові накопичувачі в єдине розподілене багаторівневе об'єктне сховище даних. HyperFlex підтримує широкий діапазон застосунків і робочих навантажень для ЦОДів. Крім середовищ VMware, також передбачена підтримка інших гіпервізорів, пристроїв bare metal і контейнерних середовищ. При розгортанні HyperFlex рекомендується встановлювати як мінімум тривузловий кластер для забезпечення високої доступності з реплікацією даних принаймні між двома вузлами. Третій вузол додатково підвищує надійність системи у випадку виходу з ладу одного з наявних вузлів.

Рішення HyperCloud дозволяє створювати публічні, гібридні й приватні хмари, а також ефективно зв'язувати їхню одну з одною і із уже існуючої ІТ-інфраструктурою за виділеними каналами або через Інтернет. Оскільки апаратна частина рішення HyperCloud представлена у вигляді готових типових блоків від одного виробника, істотно скорочуються часові витрати на розгортання хмарних систем і наступне збільшення їхньої потужності.

Завдяки тому, що гіперконвергентні системи HyperFlex поєднують обчислювальні, мережні потужності й ресурси зберігання в повністю інтегрованій платформі, її використання дозволяє знизити витрати на розгортання й експлуатацію рішення. Для керування серверними ресурсами й сховищами даних досить одного системного адміністратора замість цілої команди ІТ-фахівців.

Сервіс HyperCloud розгорнуть на основі гібридних систем і систем тільки із твердотільними накопичувачами (all-flash). За результатами тестів така конфігурація показала себе більше продуктивною, ніж гіперконвергентні рішення інших вендорів. У рамках тестів, у яких випробовувалися чотири гіперконвергентних рішення різних постачальників,

Cisco HyperFlex показав практично восьмикратну перевагу за значеннями операцій вводу-виводу в секунду при середньому часі реагування 2,46 мс.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-30] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи надання хмарних послуг на базі Cisco Hyperflex.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та принципи побудови системи надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

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

- Огляд існуючих систем надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.
- Дослідження системи надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.
- Програмна реалізація системи надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

Об'єктом дослідження є процес надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

Предметом дослідження є методи надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

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

Виклад основного матеріалу. Система Cisco HyperFlex надає готове гіперконвергентне рішення, що поєднує програмно-визначаєму мережу й обчислення із платформою даних Cisco HX нового покоління. В основі цієї системи – платформа Cisco UCS. Cisco HyperFlex робить робочі процеси ефективніше й підвищує адаптивність вашого ЦОД, розкриваючи потенціал гіперконвергентної інфраструктури.

Гнучкість

Ми пропонуємо повністю настроєне комплексне рішення для впровадження цифрових технологій у вашій компанії.

Ми сполучимо програмно-визначаємі обчислення із системою Cisco UCS®. Це стосується процесорів Intel® Xeon®, програмно-визначаємих систем зберігання даних і платформи Cisco HyperFlex HX™, програмного забезпечення, програмно-визначаємих мереж і уніфікованої фабрики комутації Cisco®. Крім того, здійснюється інтеграція в архітектуру Cisco (Cisco ACI™), орієнтовану на застосунки.

Ефективність

Оптимальна інфраструктура для ваших даних і повна відповідність її можливостей потребам ваших застосунків. Ви можете почати з малого й легко масштабувати систему в міру росту потреб.

Можливість налаштування

Вибирайте найкраще співвідношення ресурсів ЦП і дискового простору для ваших застосунків. Розширте коло використовуваних застосунків і робочих моделей.

Таблиця 1 – Моделі й технічні характеристики

	Cisco HyperFlex HX220c M4 All Flash Node	Cisco HyperFlex HX240c M4 All Flash Node	Cisco HyperFlex HX220c M4 Node	Cisco HyperFlex HX240c M4 Node
Фокус	Висока продуктивність для критично важливих застосунків	Швидкість і висока ємність для максимальної ефективності	Проста система для невеликих проєктів	Максимальна ємність для ваших застосунків
Розмір блоку	1 rack unit	2 rack units	1 rack unit	2 rack units
Ємність блоку	1 x 400 GB SAS SSD 6 x 3.8 TB / 960 GB SDDs	1 x 400 GB SAS SSD 10 x 3.8 TB / 960 GB SDDs	1 x 480 GB SSD 6 x 1.2 TB HDDs	1 x 1.6 TB SSD 23 x 1.2 TB HDDs

Обчислювальна потужність	До 2 процесорів на вузол	До 2 процесорів на вузол	До 2 процесорів на вузол	До 2 процесорів на вузол
Масштабування	Незалежне для обчислювальних потужностей і системи зберігання	Незалежне для обчислювальних потужностей і системи зберігання	Незалежне для обчислювальних потужностей і системи зберігання	Незалежне для обчислювальних потужностей і системи зберігання

У даному розділі представлені результати перевірки й тестування продуктивності гіперконвергентної інфраструктури Cisco HyperFlex, у ході чого було проведене порівняння гібридного рішення й рішення all-flash Cisco HyperFlex з рішеннями по гіперконвергентній інфраструктурі (HCI) анонімних конкурентів.

Загальні відомості

Сьогодні організації повинні бути надзвичайно гнучкими, щоб мати можливість швидко додавати застосунки й віртуальні машини (VM) і задовольняти стрімко мінливі потреби бізнесу. В умовах розрізнених обчислювальних, мережних ресурсів і ресурсів зберігання, які статичні й вимагають індивідуального керування, зробити це досить складно. От чому гіперконвергентні інфраструктури (HCI) стають усе більше популярними. Рішення HCI – це єдиний модуль із програмно-визначаєми обчислювальними, мережними ресурсами й ресурсами зберігання, керованими централізовано, що забезпечує гнучкість, масштабованість і простоту розгортання.

Дослідження підтверджують популярність рішень HCI: в останнім дослідженні 85% респондентів сказали про те, що вони вже використовують або планують почати використовувати рішення HCI у найближчі місяці. Це не дивно, якщо докладніше розглянути фактори, що мотивують їх до переходу на рішення HCI. Розгортання або оцінки можливості розгортання гіперконвергентних рішень в організаціях сприяв цілий ряд переваг цих рішень: поліпшене обслуговування й підтримка, масштабованість, оперативна ініціалізація VM, передбачувані витрати, спрощене керування, швидке розгортання, краща загальна вартість володіння (TCO), менше число проблем із взаємосумісністю й простота придбання. Все це звучить занадто добре, щоб бути правдою.

У більшості випадків це дійсно занадто добре, щоб бути правдою. По-перше, тому що перше покоління рішень HCI, у яких використовувалося ПЗ на звичайних серверах x86, було орієнтовано в основному на простоту й швидкість проникнення на ринок. Але в процесі цього доводилося жертвувати такими істотними функціями, так необхідними сьогодні для забезпечення адаптивності й швидкості, як мережна автоматизація, незалежне масштабування ресурсів і висока продуктивність. Крім того, у перших рішеннях часто зберігалися розрізнені функції керування, що значно знижувало переваги, пов'язані із простим керуванням. Деякі організації не хотіли впроваджувати рішення HCI ще по одній причині – більшість із них не могли забезпечити постійно високу продуктивність, що потрібно робочим навантаженням, критично важливим для бізнесу. Простота більше не є єдиним пріоритетом; ніж більше рішень HCI з'являється на ринку, тим частіше ключовим критерієм для покупки стає критерій продуктивності.

Cisco HyperFlex

Системи Cisco HyperFlex поєднують обчислювальні, мережні потужності й потужності зберігання в повністю інтегрованій, інженерній платформі, розробленої для незалежного масштабування ресурсів і забезпечення постійно високої продуктивності. Рішення Cisco HyperFlex засноване на платформі Cisco UCS і сполучить переваги UCS (такі як автоматизація серверів і мереж на основі політик) з перевагами розподіленої файлової системи для гіперконвергенції платформи HX Data. Рішення підтримує широкий діапазон застосунків і робочих навантажень для ЦОД і віддалених площадок. У даний момент підтримуються середовища VMware, а також у дорожній карті передбачена підтримка інших гіпервізорів і «чистих» (bare metal) і контейнерних середовищ. Для розгортання HyperFlex

необхідний мінімум тривузловий кластер для забезпечення високої доступності з реплікацією даних мінімум на двох вузлах, а третій вузол підвищує надійність на випадок виходу з ладу одного з вузлів.

Вузли HyperFlex серії HX працюють на процесорах Intel Xeon і складаються з наступних компонентів:

– Сервери Cisco UCS. У кластер можна поєднувати й блейд-сервера, і стійкові сервера, з єдиною крапкою комутації між будь-якими двома вузлами для максимальної пропускної здатності в горизонтальному напрямку («схід-захід») і низької затримки. HyperFlex дозволяє змінювати співвідношення між блейд-серверами з інтенсивним навантаженням ЦП вузлами зберігання з інтенсивним навантаженням системи зберігання, щоб користувачі могли оптимізувати систему відповідно до потреб застосунків. Доступні вузли All-flash і гібридні вузли. Доступ у керуванню UCS реалізований через програмний модуль VMware vCenter, веб-інтерфейс GUI, інтерфейс командного рядка CLI або XML API-інтерфейс.

– Платформа даних Cisco HyperFlex HX для програмно-визначаємої системи зберігання. Платформа даних HX функціонує на кожному вузлі як контролер і забезпечує високу продуктивність, являючи собою розподілену файлову систему, що поєднує всю ємність дисків SSD і HDD по всьому кластері в розподілене, багаторівневе об'єктно-орієнтоване сховище даних з рівномірним чергуванням даних на дисках у кластері. Платформа також надає такі корпоративні сервіси обробки даних, такі як миттєві знімки, динамічна ініціалізація й миттєве клонування. Реплікація даних у кластері на основі політик забезпечує високу доступність. Динамічне розміщення даних у пам'яті, кешовані й рівні ємності дозволяють оптимізувати продуктивність застосунків, тоді як завжди активні, інтегровані функції дедуплікації й стиску оптимізують використовуваний дисковий простір.

– Платформа даних HX Data обробляє всі запити на читання й запис для томів, доступних гіпервізору. Рівномірний розподіл даних по кластері дозволяє обходити проблемні ділянки мережі й системи зберігання й забезпечити оптимальну продуктивність вводу/виводу VM незалежно від місця розташування. Записи здійснюються на локальний SSD-накопичувач (кеш-пам'ять) і реплікуються на віддалений SSD-накопичувач паралельно до підтвердження запису. Читання здійснюється, при можливості, з локального SSD-накопичувача, або, якщо такої можливості ні, з віддаленого.

– Файлова система зі структурою журналів являє собою сховище об'єктів, що використовує SSD-кеш для прискорення читання й запису, з постійним зберіганням даних на HDD-дисках (гібридна модель) або більших SSD-накопичувачах (all-flash модель). Дані переносяться на рівень постійного зберігання однією послідовною операцією, що записує великий обсяг даних, збільшує продуктивність. При перенесенні даних з їхнім видаленням відбувається оперативна дедуплікація й стиск; переміщення даних відбувається після підтвердження їхнього запису, тому це ніяк не позначається на продуктивності.

– Уніфікована фабрика Cisco/центральні пристрої (Fabric Interconnects) UCS 6200 забезпечують підтримку програмно-визначаємих мереж. Висока пропускна здатність, низька затримка й можливість підключення на швидкостях 40 Гбіт/с і 10 Гбіт/с у цій фабриці забезпечують високу доступність, тому що дані безпечно розподіляються й реплікуються по всьому кластері. Мережа легко масштабується, і забезпечується безпека кожного підключення. Архітектура єдиної крапки комутації збільшує продуктивність кластера.

– Інфраструктура Cisco, орієнтована на застосунки (ACI) для автоматичної ініціалізації. Архітектура ACI забезпечує автоматичне розгортання мережі, сервісів застосунків, політик безпеки й розміщення робочих навантажень відповідно до певних сервісних профілів. У такий спосіб гарантується більше точне, надійне розгортання з меншими витратами. ACI автоматично маршрутизує трафік для оптимізації продуктивності й використання ресурсів, а також перенаправляє трафік в обхід проблемних ділянок для забезпечення оптимальної продуктивності.

– VMware ESXi і vCenter. Рішення поставляється із уже встановленими гіпервізором VMware і додатком для керування, зі знайомим користувачеві інтерфейсом керування програмним і апаратним забезпеченням. Рішення Cisco HyperFlex надає безліч переваг, включаючи наступні:

– Висока продуктивність. Крім уже згаданих вище функцій підвищення продуктивності рішення HyperFlex надійно й безпечно розподіляє дані по серверах і сховищу в кластер для зменшення вузьких місць.

– Швидке, просте розгортання. Попередньо убудований кластер можна розгорнути відразу, підключившись у мережу й включивши живлення. Конфігурація вузла і його підключення відбувається через сервісні профілі Cisco UCS. По відомостях Cisco замовники говорять про те, що звичайно розгортання займає не більше години.

– Консолідоване керування. Моніторинг і керування системами здійснюється через VMware vCenter, що усуває необхідність в окремих модулях керування обчисленням і зберіганням. Дані ініціалізації, клонування й миттєві знімки вивантажуються в vSphere з використанням VAAI. API-інтерфейси підтримують хмарні типи даних.

– Незалежне масштабування. На відміну від інших HCI-систем, HyperFlex може незалежно масштабувати ресурси обчислення й зберігання, додаючи або забираючи або сервери або окремі диски; дані автоматично балансуються. У такий спосіб забезпечуються необхідні ресурси відповідно до різних потреб застосунків; відпадає необхідність у масштабуванні з попередньо заданим кроком збільшення.

Тестування

Тестування було проведено з використанням стандартних галузевих інструментів і методологій і його метою було порівняння продуктивності гібридного рішення й рішення all-flash HyperFlex із продуктивністю неназваних альтернативних рішень. Ці рішення містили в собі дві «тільки програмні» системи від провідних постачальників, які використовували стандартні x 86-сервери, а також пропріетарну систему одного постачальника, розроблену їм на базі власного апаратного забезпечення, що включає деяку частину власного програмного забезпечення. У більшій частині тестів використовувався інструмент HCI Bench – інструмент на основі галузевих стандартів, розроблений для тестування продуктивності кластерів HCI, що виконуються на віртуальних машинах. Інструмент HCI Bench використовує засіб Oracle Vdbench і дозволяє автоматизувати весь процес, від початку до кінця, включаючи розгортання тестових ВМ, координування виконання робочих навантажень, підсумовування результатів тестування й збір даних.

Таке розширене дослідження було виконано з використанням строгої методології, що включає тестування базових характеристик і ітеративне тестування протягом декількох місяців. Одержати гарні результати тестування продуктивності завжди простіше, проводячи короткі тести, тому порівняльні тести виконувалися протягом довгого часу, щоб мати можливість спостерігати за продуктивністю і її змінами в середовищі замовника. Крім того, тести виконувалися багато разів і ніколи не проводилися відразу один за іншим, а із проміжком у кілька годин і днів, щоб одержати результати в середньому. У такий спосіб ми могли одержати більше достовірні результати за рахунок зниження можливих випадкових факторів. Крім того, тестування проводилося з використанням досить більших наборів даних, щоб гарантувати, що дані не залишаться в кеші, і буде використаний внутрішній диск у кожному кластері.

Тестування гібридних систем

Тестування гібридних систем включає обидва диски – SSD і HDD. Тестування гібридної системи охоплює чотирьохвузловий кластер HyperFlex HX220c з одним твердотільним накопичувачем SSD на 480 Гбайт для кеш-пам'яті й шістьома жорсткими дисками SAS HDD на 1,2 Тбайт для ємності. Тести проводилися на 140 ВМ (35 ВМ на вузол), кожна з 4-ма віртуальними ЦП, оперативною пам'яттю RAM 4 Гбайт, одним диском 20 Гбайт і під керуванням ОС RHEL версії 7.2. Розмір робочого набору становив 2,8 Тбайт. Тести

проводилися мінімум у плинні години, з п'ятихвилинною підготовкою перед кожним тестом і мінімум годинною перервою між тестами.

Рішення HCI конкурентів також являли собою чотирьохвузлові системи в корпусі 2U схожої конфігурації, що відрізнялася лише тим, що в них використовувалися два SSD-кешу, тоді як у рішенні HyperFlex використовується тільки один. Постачальник А використовував два SSD-накопичувачі на 400 Гбайт і чотири жорсткі диски SATA HDD на 1 Тбайт; постачальник В використовував два SSD-накопичувачі на 400 Гбайт і 12 жорстких дисків SAS HDD на 1,2 Тбайт; постачальник С використовував чотири SSD-накопичувачі на 480 Гбайт і 12 жорстких дисків SAS HDD на 900 Гбайт.

Тестування було виконано з використання різних профілів читання/запису й розмірів блоку, з 100 %-але випадковими даними. По своїй природі віртуальні машини генерують випадкові дані вводу/виводу, поєднуючи дані вводу/виводу з різних застосунків і робочих навантажень. Компанія приділяла основну увагу результатам, отриманим з використанням робочих навантажень, призначених для моделювання застосунків у реальних умовах, такі як OLTP і SQL-сервер, 4 кбайт і 8 кбайт.

По-перше, оцінила загальну масштабованість кластера. Тест почався з імітуємого робочого навантаження, створеної для емуляції типових змішаних даних вводу виводу OLTP I/O, 70 % читання, 100 % випадкових даних із цільовим показником 800 операцій вводу/виводу в секунду (IOPS) на VM. Тест проводився на 140 віртуальних машинах (VM) у кожному кластері протягом трьох-чотирьох годин, при цьому метою було залишитися на значенні затримки запису в 5 мс або нижче. HyperFlex стала єдиною платформою, що змогла виконати цей тест для всіх 140 VM і залишитися при цьому на значенні 5 мс (4,95 мс). Для кожного з інших кластерів тест виконувався знову й знову для меншого числа віртуальних машин доти, поки не була досягнута затримка запису в 5 мс. Постачальник А успішно пройшов випробування для 70 VM із середньому часом реагування 4,65 мс; середній час реагування постачальника В склало 5,37 мс для 36 VM, а постачальник С зміг забезпечити підтримку 48 VM із часом реагування 5,02мс

Потім вивчила таке ж імітуєме робоче навантаження по 140 віртуальних машинах, щоб виміряти затримку кожного кластера щодо значення IOPS. Як видно на рисунку 4, кластер Cisco HyperFlex більш ніж удвічі перевершує значення IOPS постачальника А і підтримує майже у вісім разів більше значення IOPS постачальника В и постачальника Із із середнім часом реагування 2,46 мс. Для порівняння: середній час реагування постачальника А – 6,61 мс, постачальника В – 21,88 мс і постачальника С – найбільше – 44,45 мс

Далі досліджувала імітуєме робоче навантаження, призначену для моделювання зразків вводу/виводу SQL-сервера.4 Для створення імітуємого робочого навантаження, у якій задіяні різні розміри передачі й співвідношення читання/запису, застосовувався інструмент Vdbench. У профілі Vdbench коефіцієнт дедуплікації був установлений на 2 з розміром одиниці 4 Кбайт і коефіцієнтом стиску також рівним 2. І знову тест був проведений на 140 віртуальних машинах.

Показано, що значення IOPS кластера Cisco HyperFlex майже вдвічі перевершує це значення обох постачальників А и В і більш ніж в 5 разів більше, ніж значення IOPS постачальника С. Cisco HyperFlex показав середній час реагування рівне 8,2мс. Для порівняння: середній час реагування постачальника А – 30,6 мс, постачальника В – 12,8 мс і постачальника С – 10,33 мс.

Тестування All-flash

ESG Lab також досліджувала продуктивність конфігурацій all-flash рішень Cisco HyperFlex і постачальника В, програмного рішення HCI на стійкових серверах Cisco C240 M4. Тестування All-flash виконувалося для чотирьохвузлового кластера Cisco HyperFlex 220С з одним SSD-накопичувачем на 400 Гбайт і шістьма SSD-накопичувачами на 960 Гбайт. Кластер, з яким проводилося порівняння, також мав чотири вузли, але у два рази більше кешу – два SSD-накопичувачі по 400 Гбайт і теж шести SSD-накопичувачів по 960

Гбайт. Важливо відзначити, що система постачальника В була сконфігурована з такими ж характеристиками ЦП і пам'яті, що й кластер Cisco HyperFlex 220С.

У тестуванні знову брали участь 140 ВМ на кластер (35 на вузол). Кожна ВМ, під керуванням RHEL 7.2, задіяла чотири віртуальних ЦП, оперативну пам'ять 4 Гбайт і локальний диск 16 Гбайт, а також один неопрацьований диск 40 Гбайт. Робочий набір мав розмір 5,6 Тбайт, результати вводу/виводу були на 100 % випадковими; тести виконувалися з п'ятихвилинною підготовкою, тест тривала одна година, потім між тестами була перерва на годину. Якщо на практиці функції дедуплікації й стиску в кластері Cisco HyperFlex завжди активні, то при тестуванні порівняння з постачальником У проводилося, коли функції дедуплікації й стиску були встановлені на 50 %, а потім взагалі відключені. Кластер Cisco HyperFlex забезпечує більше значення IOPS з меншою затримкою, ніж у постачальника В, із включеною або виключеною дедуплікацією.

Далі досліджувала імітуєме робоче навантаження, призначену для моделювання результатів вводу/виводу SQL-сервера для конфігурацій all-flash Cisco HyperFlex і постачальника В. Для створення імітуємого робочого навантаження, що використовує різні розміри передачі й співвідношення читання/запису, застосовувався інструмент Vdbench. У профілі Vdbench коефіцієнт дедуплікації був установлений на 2 з розміром одиниці 4 Кбайт і коефіцієнтом стиску також рівним 2.

Значення IOPS кластера Cisco HyperFlex більш ніж у три рази перевершує значення IOPS постачальника В із середнім часом реагування 5,3 мс. Середній час реагування постачальника В склало 30,58 мс, що було пов'язане з винятково високим часом реагування запису 99,84 мс протягом усього тесту. Цей тест проводився кілька разів у різні дні й давав несуперечливі результати.

Під час тестування all-flash було зроблено цікаве спостереження. Продуктивність постачальника В значно мінялася залежно від ВМ. Цей тест проводився з використанням інструмента HSBench для 140 ВМ у кожному кластері. Якщо Cisco HyperFlex показав зовсім невелику варіативність по всіх 140 ВМ – значення IOPS залишалося дуже близької до 600, то число операцій вводу/виводу в секунду (IOPS) постачальника В мінялося значно, від найнижчого (64) до найвищого (1024).

Важливо відзначити, що така варіативність спостерігалася в кожній ітерації тестування, і що в ході цих тестів, виконуваних на кожному із кластерів, параметри якості обслуговування (QoS) сховища не були використані ні в якій формі. Для обох систем використовувалася якість обслуговування (QoS) мережі. Така непогодженість може стати достатньою проблемою для адміністраторів, яким імовірно прийде скористатися якістю обслуговування QoS у якій би те не було формі (якщо це доступно в постачальника HSI), щоб постаратися проконтролювати ті ВМ, які споживають більше, ніж їм потрібно, відбираючи тим самим ресурси в інших.

Продуктивність дискової підсистеми – це стандартна проблема HSI-систем, з якої зіштовхувалися все. Замовники HSI-систем більше цікавилися економічною ефективністю й простотою керування, найчастіше зводячи роботу HSI-системи тільки до робочих навантажень другого рівня. Малоімовірно, що IT-Відділи проміняють виробничі застосунки першого рівня на нестабільну продуктивність із високою затримкою «гучних сусідів», віртуальних машин, пропоновану окремими рішеннями HSI.

По оцінках гібридні й all-flash системи Cisco HyperFlex забезпечують більше високу й стабільну продуктивність, ніж інші аналогічним образом сконфігуровані рішення HSI, що використовують змодельовані робочі навантаження OLTP і SQL. У тому що стосується гібридних кластерів, HyperFlex не тільки завжди обходить конкурентів по характеристиках операцій вводу/виводу в секунду (IOPS) і часу затримки, але й по числу підтримуваних ВМ (у два рази більше), ніж в обох систем – програмної й власної розробки – з незмінно високою продуктивністю. Кластер all-flash рішення HyperFlex з активними функціями дедуплікації й стиску, забезпечує більше високе значення IOPS і більше низький час затримки, ніж у конкурента із включеною або відключеною функцією скорочення обсягу даних.

Немаловажну роль грає факт, що продуктивність кластера all-flash рішення HyperFlex була стабільно високої по всім ВМ у кластері, усуваючи необхідність у застосуванні QoS для сховища, щоб гарантувати задоволеність користувача. І навпаки, окремі ВМ у кластері конкурента характеризувалися винятково великою різницею в значеннях IOPS, коли одні ВМ працювали з набагато більшою продуктивністю, ніж інші.

Основні результати тестування:

– Вразила можливість підтримки гібридним кластером HyperFlex у два рази більшого числа ВМ, ніж у його конкурентів, забезпечуючи при цьому низьку затримку й від двох до восьми разів більше значення IOPS для 140 ВМ у кластері з використанням робочого навантаження OLTP.

– З робочим навантаженням SQL гібридне рішення HyperFlex також забезпечувало значно більше значення IOPS і менший час затримки, ніж інші рішення.

– При тестуванні варіанта all-flash рішення HyperFlex також показало більше значення IOPS і менший час затримки, але ще більш вражаючим була здатність зберігати стабільно високу продуктивність по всім ВМ, що гарантує задоволеність користувача без додаткових зусиль на керування.

Що важливо врахувати:

– У даний момент рішення HyperFlex реалізоване для середовищ VMware, важливого сегмента ринку. ESG сподівається, що Cisco розширить можливості впровадження рішення на інших гіпервізорах, в «чистих» (bare metal) і контейнерних середовищах.

– Результати тестування, представлені в цьому звіті, засновані на застосунках і зразках, що розгортаються в керованому середовищі з використанням інструментів тестування відповідно до галузевих стандартів. Тому що у виробничому середовищі кожного ЦОД є свої нюанси, ми рекомендуємо проводити тестування й планування потужностей у власному середовищі. Незважаючи на те що в цих тестах застосовувалися самі строгі методології тестування, замовникам рекомендується завжди звертати увагу на деталі, які залишаються за рамками тестування будь-якого постачальника, щоб краще розуміти, наскільки це рішення відповідає вашому середовищу.

Незважаючи на те, що гіперконвергентні інфраструктури вже давно користуються популярністю, їх продовжують уважати підходящими в основному для робочих навантажень другого рівня. На питання, чому замовники віддають перевагу конвергентним інфраструктурам перед гіперконвергентними, респонденти дослідження ESG найчастіше відповідали, що це відбувається через більше високу продуктивність. Виходячи з інших відповідей можна було зробити вивід, що респонденти вважали, що конвергентна інфраструктура, тобто слабко інтегровані незалежні компоненти, скомпоновані разом, краще підходять для критично важливих робочих навантажень, і що їх можна придбати в найбільш надійних гравців ринку.

У компанії Cisco – дійсно надійного гравця – є відповіді на ці питання. Рішення HyperFlex забезпечує всі стандартні переваги систем HCI – є економічно ефективним, простим у керуванні й дозволяє організаціям починати з малого, а потім рости до більших розмірів. Але воно також забезпечує продуктивність, так необхідну критично важливим віртуалізованим робочим навантаженням. Стабільна продуктивність у будь-який момент часу по всім ВМ у кластері – це важлива відмінна риса. Крім іншого, завдяки незалежній масштабованості ресурсів організації можуть швидко адаптувати до мінливих вимог, відповідно до потреб сучасних середовищ.

Рішення Cisco HyperFlex HCI – це високо інтегровані, повністю технічно пророблені системи під керуванням процесорів Intel Xeon, що надають попередньо інтегровані кластери, які включають мережну фабрику, оптимізацію даних, уніфіковані сервери й VMware ESXi/vSphere, що забезпечує швидке розгортання. Таким чином, цим рішенням просто управляти і його зручно масштабувати. підтверджує, що рішення HyperFlex забезпечує стабільно високу продуктивність у середовищах VMware, у гібридні й all-flash кластерах. Рішення HyperFlex обходить цілий ряд анонімних рішень конкурентів завдяки більше

високій продуктивності операцій вводу/виводу/сек, низькій затримці й більшій стабільності в часі й по всіх ВМ.

При зміні галузевих критеріїв покупки на ринку часто замовники зіштовхуються з тим, що не можуть одержати того, що хочуть. Переваги одержать ті постачальники, які розуміють, чого не вистачає замовникам, і які зможуть заповнити цей пробіл. Cisco надає рішення HCI, що забезпечує найважливіші вимоги – простоту й економічну ефективність, а також стабільно високу продуктивність, який раніше не діставало цим рішенням, але без якої неможливе виконання замовниками їх критично важливих робочих навантажень. У даний момент рішення HyperFlex реалізоване тільки в середовищах VMware, тому важливим доповненням стане розширення цього рішення й підтримка їм інших гіпервізорів, чистих (bare metal) і контейнерних середовищ.

Рішення HCI були орієнтовані на робочі навантаження другого рівня, але завдяки стабільно високій продуктивності, забезпечуваної рішенням Cisco HyperFlex, немає ніяких причин по яких системи HCI не змогли б підтримувати виробничі навантаження першого рівня. Cisco HyperFlex зможе стати прекрасним своєчасним рішенням для організацій, зацікавлених у придбанні економічно ефективних, масштабованих, високопродуктивних інфраструктурних рішень.

Ще вчора ви купували сервери, сховища й мережі по-окремі. До того ж була потрібна інтеграція. А вже сьогодні ми представляємо вашій увазі зверхконверговане рішення Cisco Hyperflex. Призначення Hyperflex у тому, щоб надати вам ЦОД за принципом «усе в одному» (in-a-box), де обчислення, зберігання й мережна взаємодія зв'язані один з одним. Це єдине рішення на ринку, що автоматизує мережну роботу й дозволяє незалежно масштабувати обчислювальні ресурси й сховища.

Hyperflex дозволяє вам не витратити сили на те, що може бути придбане в готовому до використання виді, а зосередитися на мережах і застосунках.

Опис

Повна конвергентність

HyperFlex уніфікує мережу структури комутації й технологію організації обчислень із платформою даних нового покоління.

Гнучке масштабування

Незалежне масштабування вузлів, обчислювальних ресурсів і ємності в кластерах HyperFlex з урахуванням бізнес-потреб.

Безперервна оптимізація даних

HyperFlex дозволяє більш ефективно використовувати доступний простір без шкоди для продуктивності. Це можливо завдяки убудованим засобам дедуплікації й стиску даних.

Нові застосунки

Забезпечте підтримку використовуваних корпоративних застосунків і нових хмарних робочих навантажень за допомогою ПЗ платформи даних HyperFlex HX.

Cisco HyperFlex – це новітня гіперконвергентна система, що вирішує проблему високої складності відказостійких систем ЦОД-ів і корпоративних інфраструктур.

Традиційний підхід до побудови ЦОД ґрунтується на поділі серверів, мережі зберігання даних і систем зберігання даних. Такий підхід робить інфраструктуру вкрай складною й дорогою.

Cisco HyperFlex по суті є «ЦОД-ом у коробці», що поєднує обчислювальну інфраструктуру, віртуальні машини й систему зберігання даних у єдину відказостійку й високопродуктивну інфраструктуру.

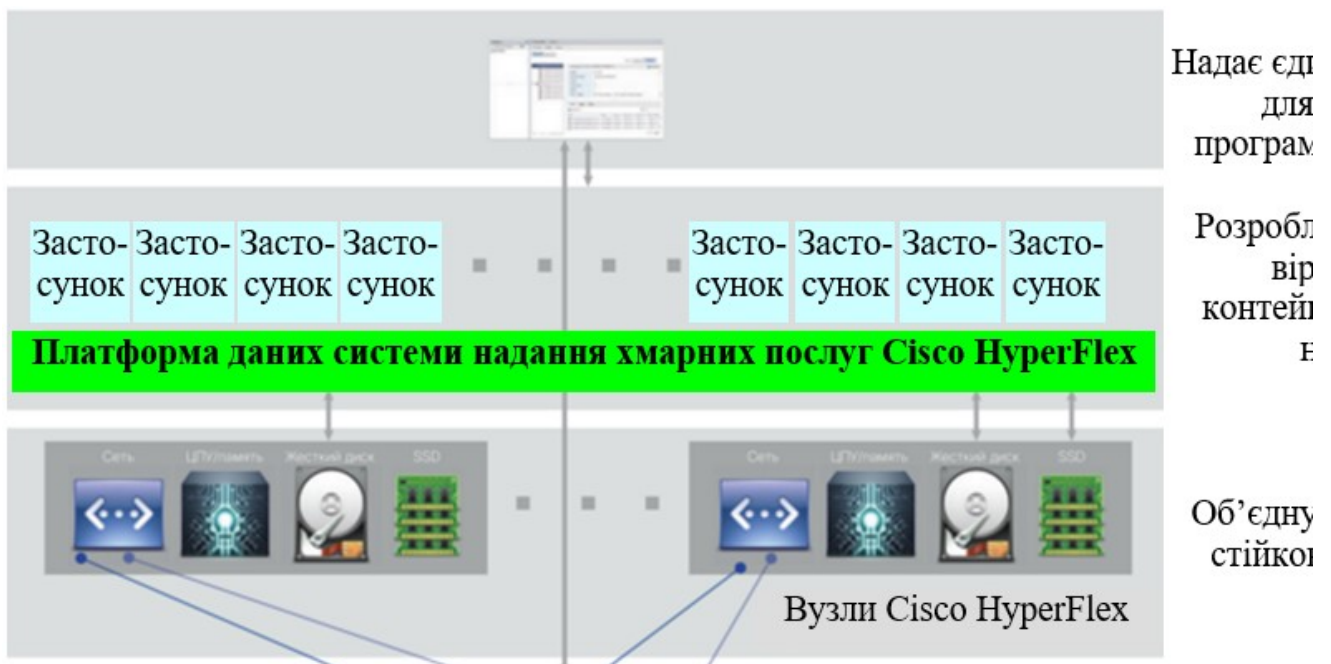


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Також HyperFlex є вкрай простим рішенням для впровадження й дозволяє організувати високодоступну ІТ-інфраструктуру з нуля в максимально стислий термін усього з 3-х серверів.

Ще в 2017-ом року незалежна лабораторія Enterprise Strategy Group (ESG Lab) провела порівняльні тести продуктивності Cisco HyperFlex і конкурентних рішень.

Тести проводилися за допомогою NCIBench, що є стандартним галузевим інструментом для тестування гіперконвергентних рішень. В основі NCIBench лежить Oracle Vdbench, що емулює робоче навантаження на віртуальних машинах.

Тести проводилися для двох сценаріїв: гібридний і all-flash.

Для гібридного сценарію використовувався чотирьохвузловий кластер HyperFlex HX220c з одним SSD-диском 480 Гб для кешу й шістьма SAS дисками по 1,2 Тб на кожному вузлі кластера (разом 4xSSD+24xSAS HDD). Навантаження генерувалося з 140 віртуальних машин (по 35 на ноду кластера), з 4-мя vCPU, 4 GB RAM і віртуальних HDD 20 GB (сумарно на кластер 560 vCPU, 560 GB RAM, 2800 GB HDD).

У ході тестування використовувалися різні профілі навантаження, але при цьому завжди з 100% випадковими даними, що найбільше характерно для середовищ із більшою кількістю віртуальних машин.

Найцікавішим тестом був вимір затримок щодо значень IOPS при співвідношенні читання й запису 70%/30% і блоці 4k, full random.

Як видно з результатів, гібридний варіант HyperFlex більш ніж у два рази перевершує найближчого конкурента (~120 000 IOPS проти ~60 000 IOPS).

Якщо звернутися до тесту All-flash сценарію, то в цьому випадку тестувалося те ж навантаження, але використовувався чотирьохвузловий кластер HyperFlex HX220c тільки з SSD-дисків (один SSD 400 GB для кешу й шість SSD 960 GB для даних, сумарно 4xSSD 400GB+24xSSD 960 GB на весь кластер). В альтернативного постачальника використовувалася аналогічна конфігурація.

При тих же профілях навантаження (співвідношення читання й запису 70%/30% і блоці 4k, full random) результати були наступні:

У підсумку при All-flash сценарії рішення HyperFlex уже в три рази перевершило найближчого конкурента (400 000 IOPS проти 150 000 IOPS).

З моменту незалежного тестування від уже пройшов рік, і з тих пір в HyperFlex з'явилися нові можливості – розтягнутий кластер, підтримка платформи розробки з Kubernetes, а недавно SAP сертифікував HyperFlex для SAP HANA.

Таким чином, Cisco HyperFlex став першим гіперконвергентним рішенням, сертифікованим по всім трьох класах обчислювального навантаження SAP: SAP Applications, SAP Data HUB і HANA.

Це ще раз підтверджує, що HyperFlex з'єднує в собі високу надійність, продуктивність і безпрецедентну простоту використання.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

- Досліджена система надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex.

Розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання надання хмарних послуг на базі Cisco HyperFlex. 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. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
6. 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.
7. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
8. 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.
9. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
10. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
11. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
12. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості

- до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
13. 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.
 14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 15. 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.
 16. 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.
 17. 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.
 18. 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.
 19. 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.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 23. 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.
 24. 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.
 25. 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.
 26. 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.
 27. 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.
 28. 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.
 29. 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.
 30. 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.
 31. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95