

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-4-80-47>

УДК 004.75

Головченко О.В.

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО СТВОРЕННЯ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ

Анотація. У статті проведено аналіз підходів до створення центру обробки даних. Проаналізовано стан сучасних технологічних рішень щодо створення єдиного сховища даних. Проаналізовано програмно-апаратні засоби щодо створення центру обробки даних на державному та міжнародному рівнях. Проаналізовано варіанти та можливості побудови інформаційної інфраструктури на основі центру обробки даних. Визначено та обґрунтовано концептуальні положення щодо застосування визначених технологічних рішень, як основу проекту створення центру обробки даних ЗС України. Одним із перспективних шляхів є використання сучасних потужних програмно-апаратних платформ, сховищ даних, засобів віртуалізації обчислювальних та мережевих ресурсів, хмарних технологій тощо. По багатьом аспектам забезпечення безпеки інформації використання комерційних центрів обробки даних є неприйнятним для Збройних Сил. З іншого боку, побудова власного центру обробки даних – це складний проект, який потребує всебічного дослідження шляхів його виконання. Передумовами створення центру обробки даних були життєвий цикл проекту його створення, сучасні технологічні рішення щодо його побудови, визначення його перспективної архітектури та складу програмно-технічної платформи. Сучасний центр обробки даних – це вже не величезна споруда, створення якої вимагає занадто значних фінансових, часових і людських ресурсів.

Ключові слова: центр обробки даних, технологічні рішення, єдине сховище даних, засоби створення центру обробки даних, життєвий цикл, технологічні рішення.

Golovchenko Olexandr

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi

ANALYSIS OF MODERN APPROACHES IN THE CREATION OF DATA PROCESSING CENTERS

Summary. This Paper analyzes modern approaches to creating Data Processing Centers (DPC) and analyzes the state of technological approaches when creating a single data warehouse. At the National and International levels, an analysis of the creation of modern DPC using new software and hardware had been analyzed. Various variants and possibilities of building Information Infrastructure based on modern DPC had been carried out. Conceptual provisions on the use of certain technical solutions as a basis for the creation of DPC in the Armed Forces of Ukraine were defined and substantiated. The main problems with this are mainly outdated hardware or inefficient software, the lack of high-speed secure data networks, and centralized data warehouses. As a consequence of, the complexity of organizing access to existing DPC, the lack of a common format for data exchange becomes the cause of providing inaccurate information and the absence of promptness. Effective information support is to provide management with accurate and timely manner information. This requires the modern changing approaches at all levels of management – from Operational-Tactical to Strategic. The key issues, in this case, are updating computing resources, developing network technologies, ensuring high availability of information services, information security, centralizing storage, backing up information and migrating data. The use of modern powerful software and hardware platforms, the creation of modern data warehouses, virtualization tools for computing and network resources, cloud technologies, etc. are one of the promising ways to solve these issues. In order to achieve the above in the public sector and commercial structures is gaining the practice of centralizing computing resources and storing data in its own DPCs or leasing these resources in commercial entities. To ensure information security, the use of commercial DPC is not acceptable for the Armed Forces of Ukraine. On the other hand, the construction of its own DPC is a complex project that requires a comprehensive study before implementation. The prerequisites for the creation of the DPC were the Life Cycle of the project, modern technological solutions for its construction, the definition of its architectural composition of software, and hardware. With the development of Information Technology, another challenge is to integrate unstructured data (such as voice data, video data, telemetry, social network data, etc.). Such processes generate huge amounts of raw data that must be stored and be available for further processing. The modern DPC is no that longer a huge structure that required considerable financial, time, and human resources as it was in the past. Information infrastructure that previously housed the entire premises can now occupy only one rack. Such a server rack incorporates sophisticated engineering and information solutions and with proper service provides the necessary level of resiliency.

Keywords: Data Processing Center (DPC), Data Center (DC), technological solutions, single data warehouse, Data Center creation tools, Life Cycle.

Постановка проблеми. Передумовами створення центру обробки даних були життєвий цикл проекту його створення, сучасні технологічні рішення щодо його побудови, визначенні його перспективної архітектури та складу програмно-технічної платформи.

Згідно життєвого циклу проекту [1, с. 48–67] першим кроком після прийняття рішення щодо

створення центру обробки даних є концептуальне проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередній аналіз підходів до створення центру обробки даних [1, с. 31–37] показав, що основним стандартом, яким на даний час керуються проектувальники центру обробки даних, є американський стандарт ANSI TIA/EIA-

942 “Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center” (“Стандарт на телекомунікаційну інфраструктуру центрів обробки даних”) [2]. Згідно цього стандарту усі центри обробки даних прийнято розділяти в залежності від призначення, надійності зберігання даних та їх доступності, відсотку працездатності-простоювання за рік тощо, на чотири рівні надійності – від мінімального *Tier1* до найвищого *Tier 4*.

Деякі європейські та міжнародні організації займаються розробкою додаткових стандартів, наприклад [3, с. 28; 4, с. 8; 5, с. 10], щодо проектування та побудови центру обробки даних. Але світовий досвід показує, що для побудови центру обробки даних недостатньо визначитися з рівнем його надійності й виконувати вимоги усіх стандартів. На практиці виявляється, що стандарти носять лише рекомендаційний характер. Кожен проект центру обробки даних є унікальним, а підходи до його реалізації можуть бути різними.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Процес технологічного розвитку в ЗС України вимагає оновлення застарілих технологій для реалізації світових стандартів та вимог сьогодення як у технічній, так і у інформаційній сферах.

Зокрема, відсутні на всіх рівнях управління єдині методологічні, технічні та організаційні принципи і підходи щодо створення *інформаційних систем* (ІС), що в залежності від характеру обробки даних та ступеню автоматизації поділяють на автоматизовані інформаційні системи (АІС), автоматизовані системи управління (АСУ), інформаційно-аналітичні системи (ІАС), програмні системи (ПС), бази даних (БД) тощо. Внаслідок цього на практиці не відчувається принципової різниці між інформаційними системами сфери інформатизації і сфери управління військами та зброєю. Існуючі інформаційні системи організаційно розпорошені та функціонально роз'єднані, не забезпечені необхідним адміністративним та науковим супроводженням. В цілому, наявна *інформаційна інфраструктура* не повною мірою відповідає завданням, покладеним на МО України та ЗС України.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є визначення та обґрунтування концептуальних положень щодо застосування визначених технологічних рішень, як основи проекту створення центру обробки даних ЗС України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Інформаційна інфраструктура (у сфері інформатизації) – сукупність територіально розподілених інформаційних систем, інформаційно-телекомунікаційних мереж, систем і засобів захисту інформації, а також організаційних структур, які забезпечують її ефективне функціонування [6]. Існуюча інформаційна інфраструктура має децентралізовану архітектуру, що призвело до виникнення великої кількості розрізнених інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних систем, для підтримки яких потрібно використовувати значні ресурси та утримувати великий штат чергового і обслуговуючого персоналу (так звана, “острівна автоматизація”).

Відсутність єдиних стандартів до компонентів існуючої інформаційної інфраструктури значно ускладнює її подальший розвиток та якісне надан-

ня інформаційних сервісів. На сьогодні можна виділити два основних підходи щодо розвитку інформаційної інфраструктури корпоративного рівня.

Перший підхід ґрунтується на основі постійного розвитку корпоративної мережі, що об'єднує всі розподілені обчислювальні ресурси організації у єдине інформаційне середовище.

Другий підхід ґрунтується на основі використання центру обробки даних – цілісного, керованого і масштабованого програмно-апаратного комплексу, призначеного для надання ІТ-сервісів необхідної якості.

Побудова інформаційної інфраструктури на основі центру обробки даних передбачає такий комплекс інженерних, програмних та апаратних компонентів, який забезпечить єдиний цілісний інформаційний ресурс усієї організації. В порівнянні з підтримкою та модернізацією децентралізованих та розподілених систем, розвиток інформаційної інфраструктури, у якості ядра якої виступає центр обробки даних, хоча і потребує на початковому етапі значних витрат, в кінцевому рахунку є більш технологічним та економічно обґрунтованим рішенням.

З точки зору обґрунтування технологічних рішень основоположні питання пов'язані з забезпеченням надання та доступності ІТ-сервісів, захистом та збереженням даних.

Найбільш актуальними є наступні задачі:

1. Забезпечення централізації усіх існуючих в ЗС України інформаційних, інформаційно-аналітичних систем, програмних комплексів та баз даних у єдину інформаційну інфраструктуру.
2. Забезпечення гнучкості інформаційної інфраструктури – незалежно від завдань, що ставляться перед ЗС України, необхідні зміни в інформаційній інфраструктурі повинні бути динамічними без припинення надання ІТ-сервісів.
3. Забезпечення відмово- та катастрофостійкості інформаційної інфраструктури.

Модернізація інформаційної інфраструктури на основі створення центру обробки даних надає шлях розблокування цих ресурсів, використовуючи переваги нових технологій і відкритих високоефективних гнучких платформ.

Традиційні технології зберігання даних, які використовуються в успадкованих архітектурах, часто є дорогими, негнучкими і складними в управлінні і масштабуванні. Недоліками застарілої архітектури є:

1. *Децентралізація інформації* – кожна функціональна система вимагає окремого сховища, наприклад, серверів електронної пошти, систем управління базами даних, файлових серверів і так далі.
2. *Лавиноподібне зростання інформації* – система зберігання окремого сервера не може забезпечити необхідну ємність.
3. *Передбачення обсягу необхідного дискового простору для роботи кожної функціональної системи ускладнене.*
4. *Низький ступінь конфіденційності розподілених даних* – неможливо проконтролювати і обмежити доступ до даних відповідно до необхідної політики безпеки.
5. *Складність управління розподіленими потоками інформації* – дії, які спрямовані на зміни розподілених даних, створюють

проблеми, починаючи від складності синхронізації даних і закінчуючи непотрібним дублюванням інформації.

6. *Високі затрати ресурсів* для підтримки працездатності всієї інформаційної інфраструктури.

Сучасні технології зберігання даних об'єднують в собі такі парадигми, як централізація, кластеризація, багаторівневе зберігання даних, оптимізація введення-виведення даних, інтеграція даних та інші. Ці підходи дозволяють забезпечити високий ступінь безпеки, високу продуктивність, спростити управління і знизити загальну вартість зберігання даних.

Централізація зберігання даних дозволяє підвищити ефективність використання інформаційних ресурсів, оптимізувати витрати на побудову інформаційної інфраструктури і знизити витрати на модернізацію в майбутньому.

Для доступу до даних використовується три основні варіанти організації підключення до систем зберігання:

Direct Attached Storage (DAS) – система зберігання приєднується безпосередньо до сервера;

Network Attached Storage (NAS) – система зберігання приєднується до сервера через локальну мережу;

Storage Area Network (SAN) – виділена мережа зберігання даних, що об'єднує сервери та системи зберігання.

У першому випадку, СЗД підключаються безпосередньо до сервера (рис. 1.), як правило, через інтерфейс *Small Computer System Interface (SCSI)*, команди якого дозволяють виділити певний блок даних на диску або змонтувати певний картридж в стрічковій бібліотеці.

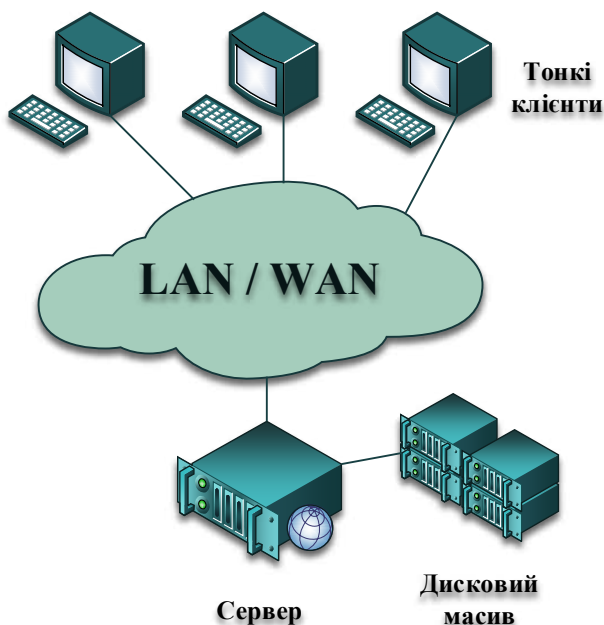


Рис. 1. Схема підключення сховища даних за технологією DAS

Головний недолік використання технології DAS в сучасній інформаційній інфраструктурі – доступність сховища даних тільки за допомогою безпосередньо підключеного до нього сервера, що призводить до створення окремих «островів» даних.

Пристрої NAS (*NAS appliance*), які ще називають файлерами, складаються з єдиного головного пристрою, що з'єднує ланцюжки дисків і підключається безпосередньо (рис. 2) до локальної обчислювальної мережі (*Local Area Network, LAN*), рідше до глобальної мережі (*Wide Area Network, WAN*).

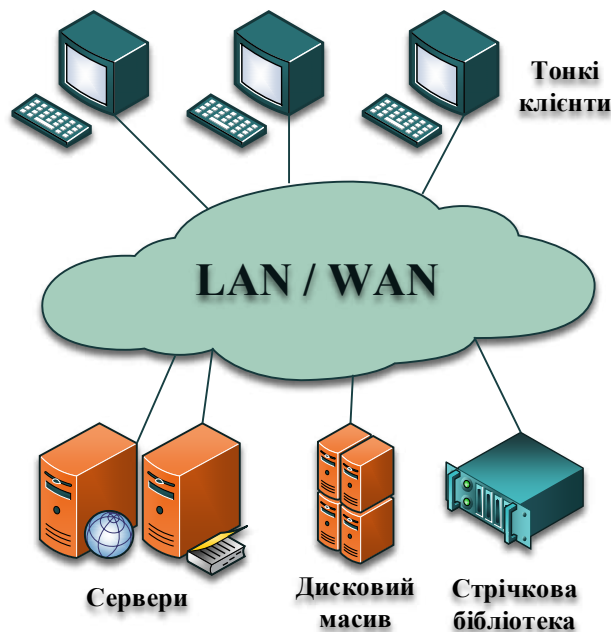


Рис. 2. Схема підключення сховища даних за технологією NAS

Недоліками технології NAS є можливість оперування даними тільки у файловому форматі, перевантаження каналів зв'язку, управління кожним пристроєм відбувається окремо.

Архітектура SAN націлена на вирішення проблем, викликаних процедурами інтенсивного обміну даними та резервного копіювання шляхом перенесення системи зберігання в виділену мережу (рис. 3).

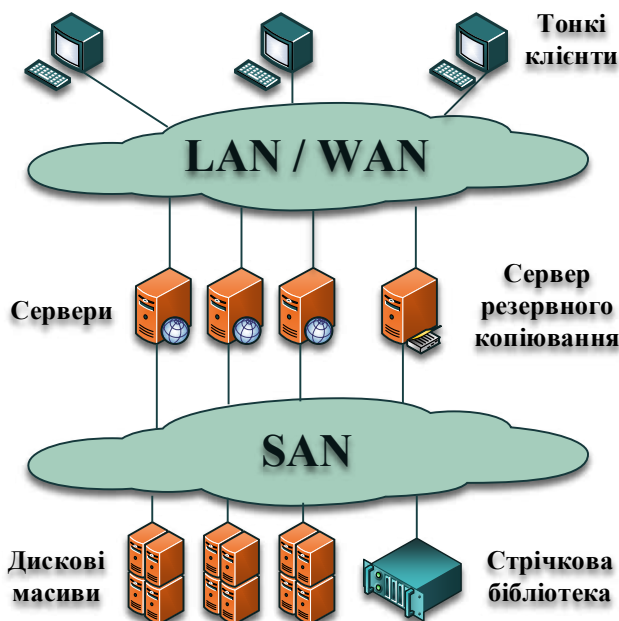


Рис. 3. Схема підключення сховища даних за технологією SAN

До недоліків SAN можна віднести високу вартість обладнання. Крім того, незважаючи на можливість спільного використання накопичувачів різними серверами, спільне використання файлів різними користувачами в загальному випадку неможливо, внаслідок використання FC блокових команд введення-виведення протоколу SCSI замість файлових протоколів.

У якості протоколу, який застосовується для передачі даних в єдиному фізичному середовищі, може використовуватися як *SCSI over Fibre Channel*, так і *IP over Fibre Channel* (IPFC), а більшість FC-адаптерів і FC-концентраторів працюють одночасно з обома протоколами (IP і SCSI) на одному FC-каналі. Існує також кілька варіантів реалізації SAN на основі протоколу TCP/IP: *Fibre Channel over IP* (FCIP), *Internet Fibre Channel Protocol* (iFCP) і *Internet SCSI* (iSCSI), які обходяться дешевше FC-SAN.

Дана технологія, що отримала назву IP-SAN, являє собою високоєфективне рішення для сховища, яке зберігає структуру звичайної мережі (див. рис. 2) і не вимагає встановлення додаткових комутаторів.

На використанні існуючої локальної мережі для побудови централізованого сховища даних засновано і відносно новий підхід на основі протоколу *Fibre Channel over Ethernet* (FCoE), який переносить кадри FC через локальну мережу Ethernet без використання протоколу TCP/IP (рис. 4).



Рис. 4. Схема підключення сховищ даних за технологією FCoE

Перевага FCoE в тому, що він забезпечує плавну міграцію від FC інтерфейсу до Ethernet, зберігаючи при цьому FC як протокол. Внаслідок відсутності у FCoE маршрутизації, на відміну від IP-SAN, використання цього підходу потребує мінімальної швидкості мережі 10 ГБ/с для уникнення втрати пакетів, що обмежує перелік сумісного мережевого обладнання.

Організація центру обробки даних з використанням розглянутих технологій дозволяє вирішити цілий ряд завдань з мінімальними витратами:

централізований підхід дає можливість ефективно управляти інформацією, відстежувати канали передачі інформації та блокувати небажані; технології SAN, IP-SAN, FCoE дозволяють розподілити ролі обробки та контролю інформації в централізованій системі;

об'єднання однорідних елементів, яке може розглядатися як самостійна одиниця (кластер), що володіє певними властивостями, забезпечує стабільність, доступність і відмовостійкість.

Нові технології дозволяють динамічно переносити дані між різними рівнями. У системах з автоматичним багаторівневим зберіганням *Automated Storage Tiering* (AST) дані динамічно переносяться між різними рівнями, залежно від інтенсивності використання. AST передбачає їх динамічну класифікацію та міграцію.

Завдяки інтеграції внутрішніх і зовнішніх інформаційних потоків між собою і використанню бізнес-аналізу в режимі "онлайн", відбувається перехід на нову якість управління – управління в реальному часі, що засноване на аналізі всього обсягу доступної інформації.

Наскрізна інтеграція всіх даних з усіх систем забезпечує високу доступність даних для аналізу. Залучення всіх даних в аналітичний оборот дозволяє швидко і ефективно вирішувати завдання, які раніше не вирішувалися зовсім або вирішувалися вкрай складно. Доступність для аналізу великого обсягу нової інформації прийнято називати сьогодні *Big Data*, або "великі дані".

Єдине сховище даних успадковує безліч функцій і завдань, які раніше виконували численні розрізнені корпоративні додатки, і об'єднує їх у єдиний контур інтеграції. Створити корпоративну IT-архітектуру, орієнтовану на аналіз великих обсягів різнорідних даних – окреме актуальне завдання в області системної інтеграції.

У сучасному центрі обробки даних в загальну мережу можуть бути об'єднані десятки тисяч фізичних серверів, сотні тисяч віртуальних машин та СЗД, які використовуються для вирішення широкого кола задач.

На відміну від звичайних мереж, мережа центру обробки даних повинна забезпечувати високий рівень продуктивності, що включає в себе надійність і стійкість до збоїв в мережі, балансування навантаження для запобігання перевантаження в мережі. У масштабах великих центру обробки даних протоколи каналного рівня стека TCP/IP не в змозі повністю забезпечити ізоляцію між різними машинами. Для подолання цих та низки інших проблем, пов'язаних з масштабуванням, динамічним виділенням ресурсів, постійної міграцією віртуальних машин, фахівцями університетів Стенфорда і Берклі в 2006 році була запропонована ідея програмно-конфігурованих мереж. Суть підходу полягає в тому, щоб, не змінюючи існуючого мережевого обладнання, перехопити управління цим обладнанням [6]. За допомогою спеціального протоколу OpenFlow всі маршрутизатори та комутатори в мережі об'єднуються під управлінням спеціального програмного забезпечення.

Програмно-конфігурована мережа (Software-defined networking, SDN) – підхід до побудови архітектури комп'ютерних мереж, при якому рівень управління мережею і рівень передачі да-

них розділяються за рахунок перенесення функцій управління мережею (маршрутизаторів, комутаторів) в програмні додатки, які працюють на окремому сервері-контролері. Одна з ідей, яка активно розвивається в рамках концепції SDN – це віртуалізація мереж, яка отримала застосування для ефективного використання мережевих ресурсів центру обробки даних [5].

Віртуалізація мережі центру обробки даних дає змогу:

- підвищити ефективність розподілу мережевих ресурсів і збалансувати навантаження між ними;

- ізолювати один від одного потоки даних різних віртуальних мереж і застосувань в одній і тій же фізичній мережі;

- використовувати в різних віртуальних мережах різні політики маршрутизації та правила управління потоками даних;

- використовувати в кожному зрізі тільки ті ресурси, які необхідні додаткам цього зрізу.

Провідні виробники мережевого обладнання IBM, NEC, Cisco, HP, Brocade активно впроваджують підтримку OpenFlow в свої комутатори, сприяючи просуванню підходу SDN до ЦОД.

Широке поширення підходу SDN для ЦОД призвело до виникнення протягом останніх років програмного підходу до віртуальних СЗД, заснованого на тих же концепціях.

Програмно-конфігуроване сховище (Software Defined Storage, SDS) – підхід до організації зберігання даних на основі програмно визначуваних політик (правил) незалежно від апаратного забезпечення.

У комплексі з віртуалізацією SDS, підхід SDS дозволяє не тільки об'єднувати масиви зберігання у віртуальні пули, а й розширити функціонал для роботи з гетерогенними середовищами зберігання на різних типах дисків, флеш-масивах SSD, з різними інтерфейсами і протоколами підключення (FC, FCoE тощо), надаючи сервіси зберігання на обладнанні сховищ різних виробників [6].

Застосування віртуалізації серверів спільно з підходами SDN і SDS відкрило нові можливості та перспективи для гнучкого управління всією інформаційною інфраструктурою ЦОД. Новою тенденцією в розвитку підходів до створення ЦОД стала концепція програмного визначення інформаційних ресурсів.

Програмно визначений ЦОД (Software Defined Datacenter, SDDC) – це підхід до побудови інформаційної інфраструктури ЦОД на основі концепції повної віртуалізації всіх ресурсів і сервісів.

Управління всією інфраструктурою здійснюється за допомогою прикладних програмних інтерфейсів (*Application Programming Interface, API*) відповідно до встановлених вимог і політик. Можливість налаштування управління за допомогою інтерфейсів API дає можливість виділення обчислювальних ресурсів безпосередньо з інфраструктури за запитом системного та прикладного ПЗ.

Більшість сучасних ЦОД поєднують віртуалізовані і фізичні сервери. Програмно визначений ЦОД повинен керувати фізичними серверами також, як і віртуалізованими. Головним у роботі з таким ЦОД є вибір тих пристроїв, які забезпечують необхідний рівень керованості і програмування.

Одна з основних тенденцій SDDC підходу – спільне використання нових та існуючих технологій – характеризується поняттям *конвергентної інфраструктури*.

Конвергентна інфраструктура – єдина система, до якої можуть входити сервери, пристрої зберігання даних, мережеві компоненти, віртуалізація, ПЗ для управління і прикладне ПЗ.

Конвергентна інфраструктура робить можливим реалізацію моделі адаптивної інфраструктури у вигляді легко масштабованого пулу ресурсів, що поділяється між різного роду ПЗ і керованого як сервіс.

Існує три стратегії реалізації конвергентної інфраструктури.

1. Вертикальна інтеграція – включає технології, інтеграцію і підтримку, що надаються одним виробником.

2. Горизонтальна інтеграція – включає технології декількох постачальників, інтегровані і підтримувані одним виробником.

3. Багатоканальна інтеграція – включає технології декількох постачальників, інтегрованими та підтримуваними декількома виробниками.

Так, наприклад, Cisco і NetApp спільно підійшли до реалізації конвергентного підходу до SDDC – розробили рішення FlexPod Datacenter на платформі уніфікованих обчислень Cisco Unified Computing System [7; 8].

Архітектура FlexPod складається з чотирьох компонентів:

- блок обчислень – сервери Cisco C Series або шасі Cisco B Series Blade Server;

- блок конвергентної мережі передачі даних – на базі комутатора Cisco Nexus;

- блок розміщення даних – СЗД компанії NetApp;

- блок керування – Cisco UCS Manager.

Гнучка, масштабована інфраструктура FlexPod позиціонується як готове рішення, яке дозволяє керувати більш ніж 10 000 серверів, підтримує велику кількість прикладного ПЗ, може використовувати ПЗ для управління від різних виробників (гіпервізори VMware, Citrix, Microsoft, Oracle, Red Hat). Рішення зменшує рівень ризику при установці за рахунок можливості проведення попереднього тестування, дозволяє прискорити впровадження, підвищити ефективність центру обробки даних і зменшити сукупну вартість володіння.

Інтеграція комутації Cisco Nexus з спеціальним ПЗ NetApp MetroCluster дозволяє FlexPod використовувати для об'єднання декількох центру обробки даних [9]. Рівень зберігання MetroCluster створює інфраструктуру даних високої доступності, яка здійснює дзеркалювання даних між центром обробки даних. Якщо на одному з цих ЦОД трапляється аварія, без перерви в обслуговуванні відбудеться перемикання навантаження на інший.

На випадок, якщо обчислення необхідно виконувати за межами центру обробки даних (на віддалених майданчиках, у філіях і на інших об'єктах, які хоч і не є центром обробки даних, але генерують дані і потребують обчислювальних потужностей) передбачено малогабаритне рішення на базі Cisco UCS Mini, яке дозволяє використовувати підхід FlexPod в розподілених конфігураціях, що включають багато об'єктів [10].

Останнім часом з'являється все більше аналогічних конвергентних програмно-апаратних рішень, наприклад, на базі блейд-серверів HP ProLiant, IBM PureFlex тощо [11; 12].

Концепція таких комплексних рішень центру обробки даних стрімко розвивається, відкриваючи нові можливості оптимізації та підвищення ефективності. Виробники пропонують готову інфраструктуру центру обробки даних у повному обсязі, розширюючи асортимент своєї продукції, або закупаючи відсутнє обладнання у сторонніх виробників.

Свої рішення побудови комплексної інфраструктури центру обробки даних пропонують APC (InfraStruXure), IBM (IRS), Rittal (RiMatrix), Sun (BlackBox) та інші [12]. Різноманітність готових рішень коливається від окремих стійок, до яких потрібно тільки підвести воду для охолодження і електроживлення до готових будівельних блоків у вигляді окремих модулів або контейнерів. Всі рішення включають спеціально підібрані збалансовані та протестовані комп'ютерне обладнання, системи охолодження обладнання в шафах, джерела безперебійного живлення (ДБЖ), засоби управління електроживленням та програмне забезпечення.

Деякі виробники пропонують повністю автономно працюючі рішення для центру обробки даних з метою роботи в умовах стихійних лих або катастроф. Так, компанія APC пропонує центр обробки даних, реалізований у великому автоприцепі (трейлері), до якого для роботи обладнан-

ня потрібно підвести тільки електроживлення. У трейлері є шафи з обладнанням, засоби управління, ДБЖ. Дане рішення дозволяє переміщати центр обробки даних до безпечного місця при будь-яких масштабах катастроф або стихійних лих.

В якості резюме необхідно зазначити, що підходи до побудови центру обробки даних пройшли довгий еволюційний шлях розвитку. Завдяки сучасним технологіям з'явилася можливість створювати легко масштабовані, прості та економічно ефективні рішення.

Висновки і пропозиції. У зв'язку з розвитком технологій виникає ще одне завдання – інтеграція неструктурованих даних, таких як голос (наприклад, телефонні переговори), відео (відеоспостереження та відеозв'язок), телеметрія, дані соціальних мереж тощо. Такі процеси генерують величезні обсяги “сирих”, необроблених даних, які необхідно зберігати і тримати доступними для аналізу.

Сучасний центр обробки даних – це вже не величезна споруда, створення якої вимагає значно значних фінансових, часових і людських ресурсів. Інформаційна інфраструктура, для розміщення якої раніше було недостатньо одного приміщення, зараз може розміститися в одній стійці. Ця стійка з модульним сервером включає в себе інженерні та ІТ-системи, забезпечуючи тим самим необхідний рівень відмовостійкості.

Аналіз вказаних технологічних рішень та способів їх застосування для вирішення актуальних задач є проблематикою подальшого дослідження.

Список літератури:

1. Кіріпичников Ю.А., Головченко О.В. та ін. Обґрунтування загальносистемних вимог до центру обробки даних Збройних Сил України: звіт про НДР (проміжний) ЦВСД НУОУ. 2014. № ДР 0101U001680. С. 31–37, 48–67.
2. TIA/EIA-942. Стандарт для побудови інфраструктури, телекомунікацій та центрів обробки даних. 2005. СП 3-0092. С. 151.
3. EN 50173-5. Інформаційні технології – загальні кабельні системи – Частина 5: Центри обробки даних. Європейські стандарти (EN). 2007. С. 140.
4. Інститут фахівців центрів обробки даних. URL: <http://idcp.marist.edu/> (дата звернення: 11.02.2020).
5. Наказ Міністерства оборони України. Про затвердження Концепції інформатизації Міністерства оборони України. Наказ [видано Міністерством оборони України 17 вересня 2014 р. №650]. URL: http://www.mil.gov.ua/content/other/MOU650_2014.pdf (дата звернення: 11.02.2020).
6. Мережеве програмне забезпечення: нова норма для мереж. Біла книга. URL: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf> (дата звернення: 15.02.2020).
7. Рішення FlexPod. URL: <http://www.netapp.com/us/solutions/flexpod/index.aspx> (дата звернення: 16.02.2020).
8. Уніфікована обчислювальна система Cisco. URL: http://www.cisco.com/web/RU/solutions/datacenter/unified_computing.html (дата звернення: 19.02.2020).
9. NetApp Metro Cluster. URL: <http://www.netapp.com/us/products/protection-software/metrocluster.aspx> (дата звернення: 23.02.2020).
10. Cisco UCS Mini. URL: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/servers-unified-computing/ucs-mini/index.html> (дата звернення: 20.02.2020).
11. Сервери ProLiant. URL: <http://www8.hp.com/us/en/products/proliant-servers> (дата звернення: 16.02.2020).
12. Система IBM PureFlex. URL: <http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?infotype=PM&subtype=BR&htmlfid=WAB12345USEN> (дата звернення: 16.02.2020).

References:

1. Kirpichnikov, Y.A., Golovchenko, O.V. and others (2014). Obgruntuvannya zahal'nosystemnykh vymoh do tsentru obrobky danykh Zbroynykh Syl Ukrayiny [Rationale for System-wide Requirements for the Data Center of the Armed Forces of Ukraine] R&D report of the NMSU (interim) CVED, № DR 0101U001680. Pp. 31–37, 48–67.
2. (2005) Standart dlya pobudovy infrastruktury, telekomunikatsiy ta tsentriv obrobky danykh [Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers]. TIA/EIA-942, SP-3-0092, p. 151.
3. (2007) Informatsiyi tekhnolohiyi – Zahal'ni kabel'ni systemy – Chastyna 5: Tsentry obrobky danykh [Information technology – Generic Cabling Systems – Part 5: Data Centres]. EN 50173-5, European Standards (EN), p. 140.
4. Instytut fakhivtsiv tsentriv obrobky danykh [Institute for Data Center Professionals]. URL: <http://idcp.marist.edu/> (accessed: 11.02.2020).
5. (2014). Nakaz Ministerstva oborony Ukrayiny. Pro zatverdzhennya Kontseptsiyi informatyzatsiyi Ministerstva oborony Ukrayiny [Order of the Ministry of Defense of Ukraine. On approval of the Concept of Informatization of the Ministry of Defense of Ukraine]. Ministry of Defense of Ukraine № 650. URL: http://www.mil.gov.ua/content/other/MOU650_2014.pdf (accessed: 11.02.2020).

6. (2012). Merezeve prohamne zabezpechennya merezh: nova norma dlya merezh. Bila knyha [Software-defined networking: the new norm for Networks]. URL: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf> (accessed: 15.02.2020).
7. Rishennya FlexPod [FlexPod Solutions]. URL: <http://www.netapp.com/us/solutions/flexpod/index.aspx> (accessed: 16.02.2020).
8. Unifikovana obchyslyval'na systema Cisco [Cisco Unified Computing System]. URL: http://www.cisco.com/web/RU/solutions/datacenter/unified_computing.html (accessed: 19.02.2020).
9. NetApp Metro Cluster [NetApp Metro Cluster]. URL: <http://www.netapp.com/us/products/protection-software/metrocluster.aspx> (accessed: 23.02.2020).
10. Cisco UCS Mini [Cisco UCS Mini]. URL: <http://www.cisco.com/c/en/us/products/servers-unified-computing/ucs-mini/index.html> (accessed: 20.02.2020).
11. Servery ProLiant [ProLiant Servers]. URL: <http://www8.hp.com/us/en/products/proliant-servers/> (accessed: 16.02.2020).
12. Systema IBM PureFlex [IBM PureFlex System]. URL: <http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?infotype=PM&subtype=BR&htmlfid=WAB12345USEN> (accessed: 16.02.2020).