

УДК 004.738.5

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.7>

ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК СЕРВІСИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ АДМІНІСТРУВАННЯ

Поперешняк С. В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID ID: 0000-0002-0531-9809

Всечерковська А. С. – кандидат технічних наук
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0000-0003-2054-2715

Хільченко М. Ю. – магістр
Державного університету інформаційно-телекомунікаційних технологій
ORCID ID: 0009-0007-0042-5630

Антоненко А. В. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції
Національного університету біоресурсів і природокористування України
ORCID ID: 0000-0001-9397-1209

В статті проведено ретельний аналіз хмарних обчислень у вигляді різних сервісів з метою встановлення базових принципів для подальших досліджень стосовно загроз та способів захисту в галузі хмарних технологій. Серед розглянутих сервісів були виділені основні, такі як IaaS, SaaS, PaaS, що становлять основу для розширення більш уніфікованих сервісів. З'явився новий перспективний сервіс CAEaaS (англ. Computer Aided Engineering as a Service), який полягає у використанні комп'ютерних систем інженерного аналізу в хмарній платформі. Ефективність впровадження певних проектних рішень напряму пов'язана з усвідомленим вибором на початковому етапі. На жаль, в Україні підтримка хмарного сервісу CAEaaS наразі лише в початковій стадії, тому для задоволення технологічних потреб підприємств потрібно залучати закордонних постачальників. Згідно статті, майбутнє української промисловості пов'язане з хмарним сервісом CAEaaS, оскільки комп'ютерний аналіз інженерних процесів допомагає ефективно скорочувати витрати та час на розробку та підвищувати якість та довговічність продукції. Такий підхід дає можливість приймати конструктивні рішення, враховуючи їх вплив на продуктивність, оцінювати та вдосконалювати конструкції, використовуючи комп'ютерне моделювання замість фізичних тестів. У даній роботі було досліджено можливості хмарних технологій для оптимізації адміністрування інформаційною структурою підприємства, що спеціалізується на виробництві та продажу комерційних товарів. Під час проектування було проаналізовано ключові сервіси AWS, які адміністратор використав для оптимізації ІТ-середовища. Основними кроками було створення та використання віртуальної приватної хмари VPC, а також розгляд можливостей екземпляру EC2 в цій хмарі. Отже, адміністратор здійснює оптимізацію підтримки інформаційної інфраструктури, створивши можливість масштабування, забезпечивши безперервний доступ до корпоративних даних та інших сервісів, створивши тестове середовище для нововведень та забезпечивши ефективну роботу корпоративного веб-сайту. Також, за допомогою CAE можна ефективно управляти ризиками та розуміти наслідки для продуктивності конструкцій, що сприяє попередньому вирішенню проблем та зменшенню витрат, пов'язаних із життєвим циклом продукту.

Ключові слова: хмарні технології, хмарні платформи, технології як сервіси, хмарні CAE, CAEaaS, адміністрування, оптимізація.

Popershnyak S. V., Vecherkovskaya A. S., Khilchenko M. Yu., Antonenko A. V. Cloud technologies as services for optimizing administrative processes

In the article, a thorough analysis of cloud computing in the form of various services was carried out in order to establish basic principles for further research on threats and methods of protection in the field of cloud technologies. Among the considered services, the main ones were highlighted, such as IaaS, SaaS, PaaS, which form the basis for the expansion of more unified services. A new promising service CAEaaS (Computer Aided Engineering as a Service) has appeared, which consists in the use of computer systems of engineering analysis in a cloud platform. The effectiveness of the implementation of certain project solutions is directly related to the conscious choice at the initial stage. Unfortunately, in Ukraine, the support of the CAEaaS cloud service is currently only in the initial stage, therefore, to meet the technological needs of enterprises, it is necessary to attract foreign suppliers. According to the article, the future of Ukrainian industry is connected with the CAEaaS cloud service, as computer analysis of engineering processes helps to effectively reduce costs and development time and increase the quality and durability of products. This approach makes it possible to make design decisions, taking into account their impact on performance, to evaluate and improve designs using computer simulations instead of physical tests. This work explored the possibilities of cloud technologies for optimizing the administration of the information structure of an enterprise specializing in the production and sale of commercial goods. During the design, the key AWS services that the administrator used to optimize the IT environment were analyzed. The main steps were to create and use a VPC virtual private cloud, and to consider the capabilities of an EC2 instance in that cloud. Therefore, the administrator optimized the support of the information infrastructure, creating scaling opportunities, ensuring uninterrupted access to corporate data and other services, creating a test environment for innovations and ensuring the efficient operation of the corporate website. Also, with the help of CAE, it is possible to effectively manage risks and understand the consequences for the performance of structures, which helps to solve problems in advance and reduce costs related to the life cycle of the product.

Key words: *cloud technologies, cloud platforms, technologies as services, cloud CAE, CAEaaS, administration, optimization.*

Вступ. Хмарні технології відіграють все більш важливу роль у розвитку бізнес-сфери. Нині більшість компаній все активніше переходять від використання локальної інфраструктури до використання хмарних сервісів.

Революція хмарних технологій відкрила широкі можливості для створення та підтримки інформаційного середовища підприємства. Завдання, які раніше вимагали участі десятків працівників, тепер можуть бути вирішені одним адміністратором за допомогою відповідних хмарних сервісів. Це надає переваги не лише при впровадженні нових систем, але й для подальшої підтримки та постійного моніторингу.

Використання хмарних сервісів у вашій інформаційній структурі може стати ключовим для економічного успіху. Оскільки вони можуть спростити вирішення більшості інфраструктурних завдань і дозволити зосередитися на вирішенні більш стратегічних питань.

Постановка проблеми. Для успішного вибору платформи, яка підходить для розміщення технологічного обладнання підприємства, зокрема систем інженерних розрахунків та систем автоматизованого проектування (Computer Aided Engineering as a Service – CAEaaS), важливо мінімізувати час відповіді для критично важливих програм, які використовують як для корпоративних користувачів, так і для широкого кола клієнтів. Розвиток сучасних хмарних технологій створює нові можливості, але не гарантує відсутність помилкових концепційних рішень [1]. Недостатні знання не виключають відповідальності за зроблений вибір. Тому важливо вирішити цю проблему, яка полягає у вивченні наявних хмарних сервісів, визначенні місця CAEaaS серед них.

Таким чином, потрібно визначити особливості та вплив хмарних технологій на поліпшення управління інформаційними системами. Дослідити, як сервіси

хмарних технологій впливають на всі системи підприємства, які потребують адміністрування. А також, дослідити та обґрунтувати використання таких сервісів для оптимізації більшості інформаційних систем підприємства, спрощуючи та поліпшуючи їхнє адміністрування.

Метою статті є дослідження можливостей використання нової парадигми хмарних обчислень в системах автоматизації технологічних процесів. Метою є виявлення зв'язку хмарних сервісів з вирішенням інженерних задач для усунення таких проблем, як пошук необхідних платформ та сервісів для забезпечення технологічних процесів, повторне використання програмного обчислення, моделювання та створення фізичних прототипів. Мета роботи – оптимізації адміністрування інформаційної структури за рахунок доповнення наявної інформаційної інфраструктури сервісами хмарних технологій.

Предмет дослідження – сервіси хмарних технологій у інформаційній інфраструктурі

Об'єкт дослідження – оптимізація адміністрування інформаційної інфраструктури за допомогою використання сервісів хмарних технологій.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що було комплексно досліджено використання сервісів хмарних технологій для оптимізації адміністрування підприємства, яке займається виготовленням та продажем комерційної продукції; зокрема було вказано на усі переваги у процесі адміністрування інформаційного середовища за допомогою використання сервісів хмарних технологій; узагальнено підходи дослідників до розуміння сервісів хмарних технологій та їх місце у інформаційній інфраструктурі підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Провівши аналіз останніх досліджень і публікацій за даною тематикою можна побачити, що в роботах [2–11] розглядають лише три основні моделі обслуговування хмарних технологій. Автори вважають, що ці дослідження не враховують повністю технічні та технологічні можливості хмарних обчислювальних технологій, оскільки моделі обслуговування хмарних технологій відображають структуру не лише хмарних технологій, а й інформаційних технологій загалом. Тому ці дослідження мають обмежений характер.

Виклад основного матеріалу дослідження. Системи розподілених обчислень підтримують широкий спектр ІТ-адміністрування, яке відбувається через мережу Інтернет. Це охоплює різноманітні перспективи, включаючи структуру, етапи просування, застосування та адміністрування.

Є можливість об'єднати всі надійні складові розподілених обчислень у комплексному викладі, що охоплює весь спектр від обладнання до програмної інфраструктури. Часто цей рівень оновлюється за допомогою центрів обробки даних, де сотні й тисячі концентраторів об'єднуються. Хмарна структура зазвичай є неоднорідною за своєю природою в дрібних деталях. Крім того, фреймворки баз даних та інші інструменти адміністрування можуть також становити частину цієї основи [7].

Фізична структура забезпечується центральним програмним забезпеченням, призначеним для гнучкої настройки умов виконання програм та оптимального використання ресурсів.

У нижній частині інноваційного стеку зазвичай забезпечується віртуалізація. Гіпервізори створюють пул ресурсів і розкривають розпорошену структуру через безліч віртуальних машин. Це призводить до ефективного розподілу ресурсів обладнання, таких як процесори і пам'ять, і віртуалізації явних пристроїв, задовольняючи потреби клієнтів і програм. Ця ціль постійно узгоджується з методиками

віртуалізації потужності та систем, що дозволяють повністю віртуалізувати та керувати інфраструктурою. Наприклад, віртуалізація на рівні розробки сприяє створенню переносних умов виконання, коли програми часто розгортаються та управляються. Це переважно передбачає, що додатки, створені всередині хмари, розробляються за допомогою вибраної інновації або мови програмування, такої як Java, .NET або Python, тому клієнтам не потрібно будувати каркас самостійно [8, 12–15].

Комбінація етапів розвитку хмари та активів часто здійснюється за допомогою угоди Infrastructure-as-a-Service (IaaS). Різні випадки IaaS можна класифікувати наступними способами:

1. Перші надають як адміністративний рівень, так і фізичну структуру.
2. Другі надають лише рівень адміністрування (IaaS (M)); у цьому випадку рівень адміністрування зазвичай використовується з різними механізмами IaaS, що створюють фізичну основу.

Механізми IaaS придатні для планування базового каркасу, проте вони пропонують обмежену підтримку для розробки додатків. Ця підтримка надається за допомогою інструментів хмарного програмування, які структурують систему, щоб надати клієнтам можливість розробки додатків. Інструменти включають веб-інтерфейси, інструменти командного рядка та структури для одночасної та циркуляційної розробки. У цьому випадку клієнти створюють свої хмарні програми, використовуючи API, що доступні на проміжному програмному забезпеченні рівня клієнта. Така стратегія часто відома як Platform-as-a-Service (PaaS), оскільки платформа, що надається клієнту, це надійне середовище розробки, а не базовий фундамент.

Механізми PaaS включають в себе структуру, яка упакована як ключовий аспект адміністрування, надаваний клієнтам. З урахуванням цього PaaS пропонує лише проміжне програмне забезпечення рівня клієнта, яке має бути доповнене віртуальним або фізичним фундаментом.

На вищому рівні еталонної моделі розподілених обчислень знаходяться офісні застосунки, які представлені на рівні програм. Ці застосунки часто називають Software-as-a-Service (SaaS). Вони є веб-додатками, які спираються на хмару для надання підтримки кінцевим користувачам. Можливості хмари, передбачені цими моделями IaaS і PaaS, дозволяють постачальникам програмного забезпечення передавати свої пакети додатків через Інтернет (рис. 1).

Додаткові програми на цьому рівні – це ті, що мають значний вплив на Інтернет завдяки своїм основним функціям, які довіряють хмарі для обробки більшої кількості клієнтів.

Аналіз хмарних сервісів показав, що ключовими послугами для різних інженерних завдань, розрахунків, аналізу та моделювання фізичних процесів є PaaS і SaaS [9].

PaaS ідеально підходить для забезпечення ефективного програмного середовища та інструментів для розробників у промислових організаціях, що створюють та тестують програмне забезпечення та застосунки для баз даних. Це забезпечує повне та централізоване середовище розробки, доступне за запитом.

Ефективна реалізація SaaS може виявитися великим вигідним відмінним підходом порівняно з традиційним володінням програмним забезпеченням. Модель хмарних послуг забезпечує мінімальні витрати на установку обладнання та програмного забезпечення, навіть у випадку забезпечення високої доступності, що дозволяє обслуговувати запущені програми. Кінцеві користувачі вільні від управління



Рис. 1. Порівняння моделей хмарних послуг

та контролю базової IT-інфраструктури. Ліцензії на безпеку, мережу, обчислення та всі інші програмні ліцензії входять до щомісячної або щорічної плати, виключаючи або значно скорочуючи капітальні витрати. Замість цього, існує єдина вартість доступу до будь-яких необхідних послуг. Організації сплачують лише за використані ресурси і мають можливість додавати або видаляти послуги за потребою.

Деякі хмарні середовища включають складні середовища моделювання для повного тестування проектних застосунків перед їх введенням у виробничу систему. Програми та застосунки для баз даних можуть бути спеціалізованими програмами, які промислові організації раніше використовували, але тепер їх можна розгорнути на віртуальних машинах у хмарі. Це також можуть бути додатки, створені з нуля у хмарі за допомогою платформи та інструментів, що надаються постачальником послуг автоматизації.

У деяких випадках те саме програмне забезпечення може використовуватися як для програм SaaS, так і для PaaS. Інженери управління та процесів можуть використовувати PaaS для розробки програм та SaaS для їх виробничого середовища. Наприклад, програми автоматизації, керування процесами та SCADA, зазвичай розгортані тільки на власних серверах, тепер доступні як середовище розробки та моделювання (Open VEP) або як програмне забезпечення SCADA, спрямоване на надійність та безпеку для моніторингу на рівні підприємства та контролю розподілених активів.

Розташування цього програмного забезпечення у центрі обробки даних, з прямим високошвидкісним підключенням до телекомунікацій та Інтернету, забезпечує швидке та надійне підключення до всіх віддалених пристроїв та візуалізацію загального бізнесу.

У рамках цих послуг з'являється новий перспективний сервіс – CAEaaS (англ. Computer Aided Engineering as a Service) – комп'ютерні системи інженерного аналізу як послуга, яка має перенести роботу систем інженерних розрахунків та систем автоматизованого проектування на хмарну платформу.

CAE або Computer-Aided Engineering – термін, який описує процедуру всього процесу інженерії продукту, від проектування та віртуального тестування за допомогою складних аналітичних алгоритмів до планування виробництва. Це стандартний підхід у багатьох галузях, які використовують програмне забезпечення для розробки продуктів.

CAE – це наступний крок у розробці продукту, оскільки він дозволяє виконувати випробування та моделювання фізичних властивостей виробу без необхідності фізичного прототипу. У контексті CAE, найчастіше використовуються типи моделювання аналізу, такі як аналіз кінцевих елементів, обчислювальна динаміка рідин, термічний аналіз, багатодіагностика та оптимізація.

Використовуючи переваги інженерного моделювання, особливо в поєднанні з потужністю та швидкістю високоефективних хмарних обчислень, вартість та час кожного циклу ітерації проектування, а також загальний процес розробки можуть бути значно скорочені.

Стандартний робочий процес CAE – генерування початкової конструкції, моделювання геометрії САПР, оцінка результатів моделювання та вдосконалення конструкції. Цей процес повторюється до досягнення всіх вимог до продукту.

CAE дозволяє швидший розвиток продукту, зменшуючи потребу у фізичних прототипах на ранніх стадіях розробки. Прогнозування факторів навколишнього середовища є ключовим для точності моделювання, а сучасні інструменти CAE намагаються зробити моделювання доступним навіть для користувачів без глибокого фахового досвіду.

Моделювання складної геометрії виявляється вельми вимогливим завданням навіть для передових комп'ютерів. Великі компанії зі складною IT-інфраструктурою можуть використовувати власні сервери для виконання моделювання, однак розширення хмарних обчислень дає можливість меншим фірмам, які зазвичай не мають можливості купувати та підтримувати власне обладнання, отримувати доступ до таких же інструментів моделювання, які раніше були доступні лише обмеженому колу компаній. Це перевершення на ринку продуктів для імітації дозволяє всім моделювати продукти, які вони створюють.

CAE можна використовувати у практично будь-якій галузі та компанії, що розробляє продукт, що піддається впливу різних середовищ. Окрім витрат на ліцензії та навчання, пов'язані з програмним забезпеченням CAD та CAE, місцеві обчислювальні сервери потребують технічного обслуговування, постійного оновлення програмного та апаратного забезпечення, залучення IT-персоналу, витрат на електроенергію та оренду приміщень. Хмарні рішення пропонують альтернативу, де витрати на ліцензії замінюються оплатою лише за використання, при цьому збільшується доступ до загальних ресурсів у хмарі.

Адміністратор інфраструктури компанії, що займається виробництвом та продажем комерційних товарів, отримав завдання на розширення потужності наявної локальної інфраструктури. Це включає збільшення ресурсів для збереження

даних та забезпечення безперервного доступу до критичної інформації під час будь-яких непередбачуваних обставин. З урахуванням майбутнього розширення штату працівників та відкриття кількох нових філій, більшість персоналу працюватиме дистанційно. У компанії вже є два бізнес-центри з основними активами та центрами збереження даних, а також один віддалений завод, де виготовляється продукція компанії. З урахуванням обмеженого бюджету, адміністратор вирішив скористатися хмарними технологіями для інформаційної інфраструктури. Для цього обрано сервіс Amazon, оскільки він є лідером у сфері хмарних середовищ [9].

За допомогою віртуальної приватної хмари Amazon (Amazon VPC) адміністратор зможе створити ізольовану приватну частину хмари Amazon Web Services (AWS). Вона дозволить йому запускати ресурси AWS у віртуальній мережі, яку він сам визначить [10]. Цей крок надасть йому повний контроль над віртуальним мережевим середовищем, включаючи вибір власного діапазону IP-адрес, створення підмереж та налаштування мережевих шлюзів і таблиць маршрутизації.

З використанням VPC він зможе:

- Розширити потужність існуючої локальної інфраструктури, що є головною метою наразі, оскільки передбачається значне збільшення кількості співробітників.
- Запустити систему резервного копіювання для аварійного відновлення та надавати доступ до внутрішніх даних у разі непередбачуваних обставин.
- Запускати ізольовані віртуальні області для тестування систем.
- Полегшити налаштування віртуальних робочих станцій для користувачів компанії.

В традиційному сценарії подібних заходів знадобилися б значні початкові інвестиції на побудову власного Центру обробки даних, обладнання, отримання сертифікатів безпеки та його підтримку. За допомогою VPC на AWS витрати значно знижуються, а з часом інфраструктура може масштабуватися за потребою.

Адміністратор отримує всі переваги безпечного середовища без додаткових витрат. Елементи управління безпекою, сертифікація та функції AWS відповідають найвибагливішим критеріям безпеки, що вимагаються у великих компаніях та державних установах [11].

Таким чином, використовуючи Amazon VPC, адміністратор може сприяти створенню економічного та функціонального тестового середовища, яке імітує ваше робоче середовище і може бути включене, коли це потрібно, а вимкнуте, коли тестування завершено (рис. 2). Це уникає потреби у придбанні дорогого обладнання, що робить систему тестування більш гнучкою та ефективною.

У випадку нашого адміністратора оптимізація процесу керування була проведена з метою впровадження стратегії безпеки за принципом найменших привілеїв. Для цього були створені окремі групи користувачів для виконання різних завдань, таких як адміністрування баз даних, мережі або підтримка. Кожній групі було обмежено доступ до функціональності, необхідної для виконання конкретної ролі. Сам адміністратор мав повноваження на створення та змінення VPC.

Висновки. У даній статті проведено аналіз хмарних обчислень як сервісу з метою визначення основних характеристик та напрямків для подальших досліджень з урахуванням загроз та шляхів їх подолання. Основними обговорюваними сервісами були IaaS, SaaS, PaaS, які утворюють базову структуру для більш спрощених та розширених платформ, що значно розширюють можливості використання.

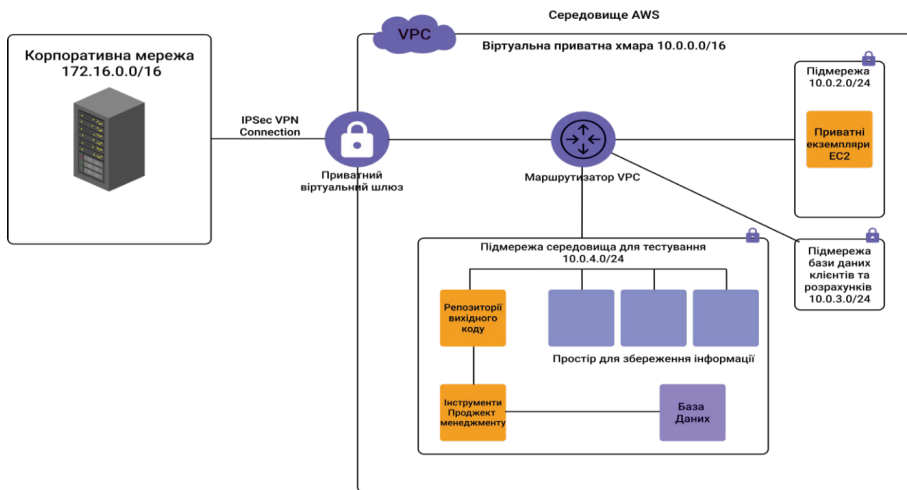


Рис. 2. Схема впровадження тестових середовищ в інфраструктуру

Спостерігається новий перспективний сервіс CAEaaS (Computer Aided Engineering as a Service), який відкриває можливості для перенесення систем інженерних розрахунків та автоматизованого проектування на хмарну платформу. Однак, в Україні наразі підтримка хмарного сервісу CAEaaS тільки в початковій стадії розвитку, і досягнення технологічних потреб підприємств потребує привернення закордонних постачальників. При цьому економічна доцільність використання українських центрів обробки даних обумовлена меншою віддаленістю постачальника. Згідно з висновками авторів, хмарний сервіс CAEaaS може стати ключовим для української промисловості, допомагаючи в скороченні термінів розробки, підвищенні якості продукту та зменшенні витрат. Використання цього сервісу уможливує прийняття дизайнерських рішень, що ефективно впливають на продуктивність, та оцінювання конструкцій через комп'ютерне моделювання замість фізичних прототипів, що значно економить гроші та час.

У даній роботі було досліджено можливості хмарних технологій для оптимізації адміністрування інформаційною структурою підприємства, що спеціалізується на виробництві та продажу комерційних товарів. Під час проектування було проаналізовано ключові сервіси AWS, які адміністратор використав для оптимізації IT-середовища. Основними кроками було створення та використання віртуальної приватної хмари VPC, а також розгляд можливостей екземпляру EC2 в цій хмарі. В рамках цього проекту було налаштовано IPsec VPN для з'єднання між існуючою локальною інфраструктурою та хмарним середовищем VPC, а також створено додаткову загальнодоступну підмережу для підключення до інших сервісів AWS. Використання VPC також охоплювало розміщення бази даних клієнтів та управління процесом обробки замовлень на веб-сайті підприємства.

При цьому було створено окреме тестове середовище для перевірки різних оновлень та проведено резервне копіювання виробничих даних у Amazon Elastic Block Store. З використанням VPC було налаштовано окремі підмережі для кожного віддаленого офісу, що спростило процес адміністрування філіями компанії. Також

був належним чином налаштований тунель передачі даних між різними філіалами, що розташовані у різних містах. Важливою частиною процесу була автоматизація розгортання програмного забезпечення за допомогою AWS CloudFormation. Отже, адміністратор здійснив оптимізацію підтримки інформаційної інфраструктури, створивши можливості масштабування, забезпечивши безперервний доступ до корпоративних даних та інших сервісів, створивши тестове середовище для нововведень та забезпечивши ефективну роботу корпоративного веб-сайту. Також були оптимізовані процеси адміністрування філіями підприємства та обліковими записами співробітників за допомогою хмарних сервісів Amazon. CAE дозволяє інженерним командам керувати ризиками та зрозуміти наслідки для продуктивності конструкцій, а його комплексне керування даними та процесами дозволяє ефективно використовувати та вдосконалювати конструкції для широкого кола користувачів. Попередня обробка проблем може значно зменшити витрати, пов'язані з життєвим циклом продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Смірнова Т.В., Поліщук Л.І., Смірнов О.А., Буравченко К.О., Макевнін А.О. Дослідження хмарних технологій як сервісів. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). 2020. 43-62.
2. Worldwide Public Cloud Services Spending Will More Than Double by 2023. USA, Framingham, July 3, 2019.
3. Кононюк А.Е., Фундаментальна теорія хмарних технологій: Загальнонаукові підходи формування систем хмарних технологій. 2018. № 1. 34-47.
4. Вольська К.О., Дикий А.П., Бухгалтерський облік у “хмарі”: порядок переходу та адаптації інформаційної системи підприємства. Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу. № 2(37). 2017. 24-29.
5. Хмарні обчислення. *Integrity Systems*. URL: <http://integritysys.com.ua/solutions/pricatecloud-solution>. (дата звернення: 30.10.2023).
6. Кононюк А.Е., Фундаментальна теорія хмарних технологій: *Загальнонаукові підходи формування систем хмарних технологій*. № 2. 2018. 52-88.
7. The NIST Definition of Cloud Computing. URL: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>. (дата звернення: 30.10.2023).
8. Antony Ananich, "What is IaaS?". URL: <https://web.archive.org/web/20160302153830/http://ananich.pro/2016/02/what-is-iaas/>. (дата звернення: 30.10.2023).
9. Alibaba Cloud EHPC Empowers New Manufacturing – SAIC Simulation Computing Cloud (SSCC). URL: https://www.alibabacloud.com/blog/alibaba-cloud-ehpcempowers-new-manufacturing-saic-simulation-computing-cloud-sscc_593994. (дата звернення: 30.10.2023).
10. CAE-система. URL: <http://sewiki.ru/CAE-система>. (дата звернення: 30.10.2023).
11. ANSYS. URL: <http://znaimo.com.ua/ANSYS>. (дата звернення: 30.10.2023).
12. Поліщук В.В. Адміністрування комп'ютерних мереж. Методичне видання. 2019. 35-39.
13. Garcia, E., & Martinez, L. Аналіз продуктивності серверів DNS та DHCP. Збірка матеріалів Міжнародної конференції з мережевих технологій (ICN). 2018. 103-115.
14. Твердохліб А.О., Коротін Д.С. Ефективність функціонування комп'ютерних систем при використанні технології блокчейн і баз даних. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022.
15. Цвик О.С. Аналіз і особливості програмного забезпечення для контролю трафіку. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки, (1). 2023.

REFERENCES:

1. Smirnova T.V., Polishchuk L.I., Smirnov O.A., Buravchenko K.O., Makevnin A.O. (2020) Doslidzhennya khmarnykh tekhnolohiy yak servisiv. Kiberbezpeka: osvita, nauka, tekhnika. (7). URL: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.7.4362> [in Ukrainian].
2. Worldwide Public Cloud Services Spending. USA. (2019). URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45340719>. [in English].
3. Kononyuk A.E. (2018) Fundamental'na teoriya khmarnykh tekhnolohiy: Zahal'nonaukovi pidkhody formuvannya system khmarnykh tekhnolohiy. (1). [in Ukrainian].
4. Vol's'ka K.O., Dykyy A.P. (2017) Bukhhalters'kyy oblik u "khmari": poryadok perekhodu ta adaptatsiyi informatsiyanoi systemy pidpriumstva. Problemy teorii ta metodolohiyi bukhalters'koho obliku, kontrolyu i analizu. (37). URL: DOI: 10.26642/pbo-2017-2(37)-24-29. [in Ukrainian].
5. Khmarni obchyslennya. (2020) Integrity Systems. URL: <http://integritysys.com.ua/solutions/pricatecloud-solution>. [in Ukrainian].
6. Kononyuk A.E. (2018) Fundamental'na teoriya khmarnykh tekhnolohiy: Zahal'nonaukovi pidkhody formuvannya system khmarnykh tekhnolohiy. (2). [in Ukrainian].
7. The NIST Definition of Cloud Computing. (2018) URL: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>. [in English].
8. Antony Ananich, "What is IaaS? (2020) URL: <https://web.archive.org/web/20160302153830/ananich.pro/2016/02/what-is-iaas/>. [in English].
9. Alibaba Cloud EHPC Empowers New Manufacturing – SAIC Simulation Computing Cloud (SSCC). URL: https://www.alibabacloud.com/blog/alibaba-cloud-ehpcempowers-new-manufacturing-saic-simulation-computing-cloud-sscc_593994. [in English].
10. CAE-systema. (2018) URL: <http://sewiki.ru/CAE-systema>. [in English].
11. ANSYS. (2019) URL: <http://znaimo.com.ua/ANSYS>. [in English].
12. Polischuk, V. V. (2019). Network Administration. Methodical publication. Pages 35-39 [in Ukrainian].
13. Garcia, E., & Martinez, L. (2018). Analysis of DNS and DHCP Server Performance. Proceedings of the International Conference on Networking (ICN), 103-115 [in Ukrainian].
14. Tverdokhlib A.O., Korotin D.S. Efektyvnist funktsionuvannya kompiuternykh system pry vykorystanni tekhnolohii blokchein i baz dannykh. Tavriyskiy naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky, 2022, (6) [in Ukrainian].
15. Tsvyk O.S. Analiz i osoblyvosti prohramnoho zabezpechennia dlia kontroliu trafiku. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky, 2023, (1) [in Ukrainian].