

Є.В. Іванченко, Київ
І.С. Іванченко, Київ
С.В. Казмірчук, Київ
О.А. Шаховал, Київ

ОЗНАКОВА КЛАСИФІКАЦІЯ АРХІТЕКТУР ХМАРНИХ СЕРВІСІВ

Abstract. The article gives an overview of the architectures of cloud services. The existing platforms on the market (PaaS) are analyzed, their advantages and disadvantages are highlighted. A set of criteria for analysis of the PaaS architecture has been defined.

Актуальність

В умовах стрімкого розвитку сучасних інформаційних технологій та мережі Інтернет організації відходять від використання власного обладнання і програмного забезпечення в бік сервіс-орієнтованих технологій [1]. Збільшення об'ємів інформації, що обробляється та зберігається в інформаційних системах компаній, призводить до потреби застосувань технологічних рішень, що оптимізують ці процеси, до яких відносять і «хмарні» технології – сервер або мережу, на яких зберігаються дані та програми і є доступними за умови підключення до Інтернету. Окрім цього, використання таких технологій знижує кошти для управління інформацією та використання обладнання. Найважливішою перевагою «хмарних» технологій є забезпечення спільної роботи. Це створює єдину мережу для вирішення спільних бізнес-задач. У разі співпраці, наприклад, замовника та постачальника виникає постійна необхідність в обміні великими об'ємами інформації, яку необхідно зберегти, аби мати можливість проаналізувати, підготувати необхідні звіти тощо.

Постановка задачі

Надання кількох рівнів безпеки на «хмарі» забезпечує надійність інформації, що зберігається на сервісі. Технології такого типу стають популярними не лише серед компаній, а й знаходять застосування у державних цілях (Сінгапур, Італія, Молдова, Бельгія, Австрія, Словенія та Португалія). Україна теж розглянула можливість використання «хмарних» сервісів на державному рівні та представила законопроект «Про внесення змін до деяких законів України (щодо обробки інформації в системах хмарних обчислень)», що передбачає використання «хмар» при обробці відкритої інформації, що належить до державних інформаційних ресурсів, конфіденційної інформації й таємної інформації, яка не становить державної таємниці [3]. Тому, важливим аспектом стає аналіз можливостей та ресурсів

існуючих «хмарних» сервісів з огляду їх безпечності. З огляду на це, метою статті є проведення аналізу існуючих хмарних сервісів, зокрема платформ, за певними критеріями.

Вирішення задачі

Відповідно до NIST 800-146 [4], хмарні технології є моделлю для забезпечення зручного доступу в мережу під замовлення до спільного пулу налаштовуваних обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, сховищ, програм та служб), які можуть бути забезпечені та оперативно надані з мінімальними управлінськими затратами чи зверненням до провайдера послуг. Згідно документу, до основних характеристик «хмари» відносять: самообслуговування за потребою; широкий мережевий канал; підтримка пулів ресурсів; швидка масштабованість (еластичність); вимірювання використання сервісів.

Існує чотири моделі розгортання, а саме: приватна (private), публічна (public), групова (community) та гібридна. Окрім цього, важливим етапом при розгортанні «хмарного середовища» є вибір архітектури. Прийнято виділяти кілька архітектур хмарних сервісів:

1. Інфраструктура як сервіс (IaaS) – надання обчислювальних ресурсів за запитом, на яких замовник має можливість розгорнути і запустити довільне програмне забезпечення, що включає в себе операційні системи і додатки. У рамках цієї архітектури замовник не керує і не контролює фізичну інфраструктуру, яка лежить в основі, але має контроль над операційними системами і розгорнутими додатками [5, 6].

2. Платформа як сервіс (PaaS) – надання хмарної платформи для розгортання програмного забезпечення, створеного на базі мов програмування і інструментів, які підтримуються хмарним провайдером. Замовник не має можливості управляти хмарною інфраструктурою (мережевим та серверним обладнанням, СГД, операційними системами), але має контроль над розгорнутими додатками і, можливо, налаштуваннями навколишнього середовища [6, 7].

3. Програмне забезпечення як сервіс (SaaS) – надання в користування замовнику додатків, розгорнутих на хмарній інфраструктурі провайдера. Додатки можуть бути доступні з різних клієнтських пристроїв за допомогою «тонкого» клієнта, термінального клієнта або браузеру. Замовник не контролює параметри роботи і настройки додатків. Весь сервіс надається під ключ [6, 9, 8].

Порівняємо описані вище архітектури хмарних сервісів (табл. 1), де показано розподіл за адмініструванням провайдером і користувачем компонент кожного із сервісів за наступними критеріями: РД – розробники додатків, ІТ – відділ ІТ, К – користувач, П – платформа, С – віртуальні сервера та сховища, Д – додатки «під ключ», ДП – доступність і продуктивність платформи, ДС – доступність віртуальних серверів, ДД – доступність і працездатність додатків, ВРК – високий рівень кастомізації додатків, МО –

мінімальні обмеження по підтримуваним ОС і додаткам, МН – мінімальні індивідуальні налаштування.

Таблиця 1

Порівняння архітектур хмарних сервісів

Архітектура	Користувач			Послуги, що надаються			Зона відповідальності			Можливість модифікацій		
	РД	ІТ	К	П	С	Д	ДП	ДС	ДД	ВРК	МО	МН
IaaS	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-
PaaS	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
SaaS	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+

З огляду на необхідні ресурси і можливості розгортання для кожної із архітектур, для детальнішого розгляду пропонується архітектура PaaS, у зв'язку із тим, що інфраструктура, надана провайдером, залишає можливість створення користувацьких налаштувань на основі платформи, додавання додаткових необхідних модулів та розгортання програмного забезпечення користувача, а також наявність можливості інтеграції з іншими сервісами. Це усуває необхідність у використанні відносно дорого вартісної архітектури IaaS та наявності спеціальних навичок для роботи з нею, спрощує та здешевлює обслуговування сервісу та надає всі необхідні користувачеві ресурси.

У джерелі [2] зроблено загальний огляд хмарних обчислень з послугою PaaS, представлено базові моделі хмарних послуг, заходи та засоби забезпечення безпеки користувачів і провайдерів безпеки PaaS. У [21] проаналізовано архітектуру хмарних обчислень (IaaS, PaaS, SaaS) за наявністю певних атрибутів, а також виділено основні типи сервісів. У [22] представлено загальний огляд провайдерів хмарних обчислень, архітектур, типів хмар та хмарних сервісів. Автор [20] у своїй роботі висвітлює загальний огляд архітектур хмарних сервісів та їх типи, відмінності між PaaS та традиційною платформою для розробок, висвітлено проблеми безпеки в PaaS, а також переваги її використання. Keung S. Mehta виділив такі переваги використання PaaS [20]: знижені експлуатаційні витрати; відносно низька вартість використання; доступ до інформації 24/7; інтеграція з іншими веб-службами.

Розглянемо існуючі на ринку платформи (PaaS) та виділимо їх переваги та недоліки (табл. 2).

Платформа Heroku [10] надає можливість сегментування додатків та підтримує такі мови програмування, як Ruby, PHP, Scala, Java, Python, Clojure та Node.js. Велику роль у виборі платформи відіграє простота розгортання, легке додавання додаткових функцій та невеликий час простою. Проте, у безкоштовній версії відповідь на запит може затримуватись на 20 секунд, а використання комерційної є досить дорого вартісним, окрім цього платформа

має проблеми зі створенням резервних копій.

PaaS від Oracle [11] надає можливість інтеграції систем, що знижує затрати на ІТ, а також їх частковий розподіл. Наявні конфігурації призначені не лише для великих корпорацій, а й для невеликих компаній. Недостатня еластичність платформи, відсутність розподілу пулу ресурсів та ненадання як послуги приватних «хмар» – недоліки даної PaaS.

До переваг платформи Windows Azure [12] можна віднести наявність цінового калькулятора, підтримку ряду ОС та мов програмування, наявність безкоштовної версії, дотримання стандартної моделі безпеки та масштабованість. Недоліками платформи є необхідність проведення експертиз та оплата виділення більшої кількості ресурсів.

Amazon [13] має великі обчислювальні можливості, підтримується міжнародними стандартами, групування дата-центрів, а також налаштувань безпеки кожного із просторів зберігання інформації окремо. Проте, складна процедура білінгу, відсутність підтримки на корпоративному рівні за замовчуванням та індивідуальні умови для корпоративних клієнтів, великий відсоток збоїв у роботі ускладнюють роботу із PaaS.

Платформа CloudBees [14] забезпечує підтримкою експертів і приватних репозитаріїв SVN та Git, надає можливість додавання додаткових плагінів, пропонує рішення для власників та розробників безкоштовних і відкритих проєктів, які будуть розміщені та побудовані за допомогою сервісу. Проте, великим недоліком є підтримка лише додатків на основі Java, що значно зменшує кількість користувачів.

Перевагами PaaS Engine Yard [17] є можливість встановлення користувацьких налаштувань та підтримка веб-платформ Ruby, PHP та Node.js. Недоліками – складність розгортання та потреба у деталізації групи безпеки.

Eucalyptus [19] є неповністю відкритим продуктом та переважно використовується як тестова зона. Проте, компоненти GP з відкритим кодом використовуються без змін, тобто можуть працювати на немодифікованих ядрах GNU Linux з відносною легкістю та інтерфейс прикладного програмування (API) сумісним з платформою Amazon EC2.

Платформа IBM SmartCloud [14] має широкий набір інструкцій та сильний сегмент аналізу та забезпечує підтримкою користувача при вирішенні складних завдань. Недоліками є поєднання кількох продуктів для встановлення налаштувань та необхідність у високому рівні кваліфікації, особливо в невеликих проєктах, що використовують локальні продукти IBM.

PaaS Google Cloud Platform [23] надає доступ до усіх сервісів Google, має велику кількість регіонів функціонування та сильний сегмент аналізу та зберігання даних із достатньою швидкістю та малим часом очікування доступу. Вагомими перевагами є відсутність авансового платежу за використання і обмежень на використання SSH-консолі. До недоліків відносять наступне: більшість компонентів базуються на запатентованих технологіях Google, і фактичного контролю над віртуальними машинами

немає та обмежений вибір мов програмування.

Cloud Foundary [16] надає вибір моделей програмування, мов, операційних систем та баз даних, перемикання між різними середовищами (тестування, розробка), автоматичне масштабування через служби DevOps, забезпечення виконання задач в режимі реального часу та безперервності бізнесу. Недоліком є потреба у поточних інвестиціях та затрати на переміщення додатків.

Платформа OpenShift [24] є простою у використанні та підтримує наступні мови: PHP, Python, Ruby, Java, Node.js та Perl/

Примітка: знаком «+» позначено перевагу, «-» – недоліки, «н/в» означає відсутність інформації про характеристику.

Як видно з табл. 2, найбільш відкритими для дослідження є PaaS Heroku, Windows Azure та Google Cloud Platform.

Таблиця 2

Переваги та недоліки існуючих PaaS

Архітектура PaaS	Heroku	Oracle	Windows Azure	Amazon	CloudBees	Engine Yard	IBM SmartCloud	Google Cloud Platform	OpenShift	Cloud Foundary	Eucalyptus	Apache Cloudstack
Простота розгортання	+	н/в	+	+	н/в	-	н/в	+	+	н/в	н/в	н/в
Швидке додавання нових додаткових компонент	+	н/в	+	н/в	+	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	+
Сумісність інтерфейсу прикладного програмування з ін. платформами	н/в	+	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	+	+	н/в
Виконання задач в режимі Real-time	н/в	н/в	н/в	+	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	+	н/в	н/в
Підтримка різних веб-платформ	+	н/в	н/в	н/в	н/в	+	н/в	-	+	н/в	н/в	н/в
Еластичність і масштабованість	н/в	-	н/в	+	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в	+
Розподіл ресурсів	н/в	+	+	н/в	н/в	н/в	н/в	+	н/в	н/в	н/в	н/в

Продовження табл. 2

Наявність безкоштовної версії	+	-	+	н/в	н/в	н/в	-	+	н/в	н/в	н/в	н/в
Можливість встановлення користувацьких налаштувань	н/в	+	н/в	+	+	+	+	н/в	-	+	н/в	н/в
Широкий вибір підтримуваних мов програмування та ОС	+	н/в	+	н/в	-	н/в	+	-	н/в	+	н/в	н/в
Низька вартість користування	-	-	+	-	н/в	н/в	-	н/в	н/в	н/в	н/в	н/в
Наявність backup	+	н/в	+	н/в	н/в	н/в	+	+	н/в	н/в	н/в	н/в
Невисока ймовірність виникнення затримки відповіді на запит та збої у роботі системи	-	н/в	н/в	-	н/в	н/в	н/в	+	н/в	н/в	н/в	н/в

Виділимо множину критеріїв для забезпечення базових характеристик безпеки – цілісності (Ц), конфіденційності (К), доступності (Д). Важливим елементом для функціонування «хмари» є розмежування доступу для виключення можливості отримання інформації іншого користувача, що зумовлює необхідність наявності пулу ресурсів (ПР) та ролей (Р). Небажаний контент і перевантаження через великі об'єми інформації повинні бути уникнені за допомогою контролю та фільтрації трафіку (КФТ). Забезпечення цілісності здійснюється через забезпечення надійності системи, безперервності її роботи, а саме наявності резервного копіювання (РК) та непорушності кластеризації (НК). Для уникнення несанкціонованого доступу до управлінської консолі та модифікації інформації, що циркулює, варто брати до уваги можливість віддаленого доступу до «хмари» (ВД). Не менш важливим критерієм, який стосується доступності, є можливість безкоштовного користування ресурсами, тобто вартість послуг (В), що створює сприятливі умови для появи великої кількості користувачів. Застосуємо виділені критерії до кожного із PaaS (табл. 3).

Множина критеріїв для аналізу архітектури PaaS

Архітектура PaaS	Характеристика безпеки			ПР	Р	КФТ	РК	НК	В	ВД
	К	Ц	Д							
Heroku	+	+	+	-	-	+	+/-	+	+/-	-
Windows Azure	+	+	+	+	-	+	+	+	+/-	+
Amazon	+	+	+	-	-	+	+	+	+/-	+
CloudBees	-	-	+	-	-	+	-	-	+/-	-
Engine Yard	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
IBMSmartCloud	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
Google Cloud Platform	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
OpenShift	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Cloud Foundary	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
Eucalyptus	+	+	+	-	+	+	-	+	+/-	-
Apache Cloudstack	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+

Висновки

З огляду на проведений аналіз платформ PaaS, можна зробити висновок, що майже всі запропоновані на ринку продукти відповідають вимогам характеристик безпеки та можуть бути використані для застосування на державному рівні з метою обробки інформації з обмеженим доступом. Тому, є сенс розгляду Україною можливості використання «хмарних» технологій на державному рівні з урегулюванням законодавством усіх проблемних питань у цій сфері та запозичення міжнародних практик.

1. *Корольова Ю.І.* Переваги та недоліки використання хмарних технологій підприємствами України // Ю. І. Корольова. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bsfa.edu.ua/files/konf2013/62.pdf>
2. *Поночовний Ю.Л.* Аналіз загроз і заходів із забезпечення безпеки в системах хмарних обчислень з послугою PaaS / Ю.Л. Поночовний, І.О. Черницька, І.В. Замковець // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2016. – № 3. – С.104-107.
3. Проект Закону "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо обробки інформації в системах хмарних обчислень" від 24.03.2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uisg.net/2016-04-21-cloud-law-draft/>.
4. NIST 800-146. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://csrc.nist.gov/csrc/media/publications/sp/800-146/final/documents/draft-nist-sp800-146.pdf>
5. What is IaaS? – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.profitbricks.com/what-is-iaas>.

6. IaaS, PaaS, SaaS (Explained and Compared). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apprenda.com/library/paas/iaas-paas-saas-explained-compared/>.
7. What is platform as a service (PaaS)? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2014/02/what-is-platform-as-a-service-paas/>.
8. IaaS, PaaS and SaaS – IBM Cloud service models– [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/cloud/learn/iaas-paas-saas>.
9. What is software as a service (SaaS)? – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2014/03/what-is-software-as-a-service-saas/>.
10. Heroku: Cloud Application Platform. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.heroku.com/platform>.
11. Oracle Cloud: Enterprise Cloud Computing SaaS, PaaS, IaaS. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cloud.oracle.com/home>.
12. Платформа и службы облачных вычислений Microsoft Azure. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/>.
13. Amazon Web Services (AWS) – Cloud Computing Services. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/>.
14. Benefits and features of IBM SmartCloud Notes. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2014/04/benefits-features-ibm-smartcloud-notes/>.
15. CloudBees Jenkins Solutions | CloudBees. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudbees.com/products/cloudbees-jenkins-platform-22>.
16. Cloud Foundry: Cloud Application Platform – Devops Platform. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cloudfoundry.org/why-cloud-foundry/>.
17. Cloud Platform as a Service PaaS | Engine Yard. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.engineyard.com/features>
18. CVE Details. The ultimate security vulnerability datasource. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cvedetails.com/index.php>.
19. Eucalyptus: An Open Source Infrastructure for Cloud Computing. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usenix.org/conference/lisa-09/eucalyptus-open-source-infrastructure-cloud-computing>.
20. *Keyur S. Mehta* Analysis of Cloud Computing Security Considerations for Platform as a Service. – International Journal of Computer and Communication Engineering. – Vol. 2, No. 2, March 2013. – P.197-200.
21. *Lalit Mohan, Richa Pandey, Sanjeev Bisht and Janmejey Pant* A Comparative Study on SaaS, PaaS and IaaS Cloud Delivery Models in Cloud Computing. – International Journal on Emerging Technologies (Special Issue NCETST-2017). – 8(1): 158-160(2017). – P.158-160.
22. *Mg. María Salas-Zárate* CLOUD COMPUTING: A REVIEW OF PAAS, IAAS, SAAS SERVICES AND PROVIDERS. – Lámpsakos. – No. 7. – P.47-57
23. The Top 3 Cloud Platform Providers: Pros and Cons. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bitmin.net/blog/the-top-3-cloud-platform-providers-pros-and-cons/>.
24. OpenShift: Container Application Platform by Red Hat. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openshift.com>

Поступила 27.09.2018г.