

Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці
УДК 330.46

Камінський Олег Євгенович

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційного менеджменту
Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана*

Каминский Олег Евгеньевич

*кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры информационного менеджмента
Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана*

Kaminsky Oleg

*PhD in Enterprise Economics, Associate Professor,
Associate Professor of Information Management Department
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman*

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ ХМАРНИХ
СЕРВІСІВ
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ОБЛАЧНЫХ
СЕРВИСОВ
CONCEPTUAL APPROACHES TO BUILDING CLOUD SERVICE**

***Анотація.** У статті досліджені основні засади побудови хмарних сервісів на базі моделі SaaS. Саме цей вид хмарних сервісів на теперішній час найбільш динамічно розвивається в Україні. Автор визначає основні проблеми побудови сучасних хмарних сервісів і варіанти їх розв'язання шляхом застосування методів аналізу складних систем за економічними критеріями. Особливістю хмарних сервісів є їх слабка структурованість в порівнянні з традиційними інформаційними системами, а також свобода користувачів і розробників в плані кількісного і якісного розвитку системи.*

Сучасні хмарні сервіси представляють складні динамічні інформаційні системи, які включають велику кількість різних компонентів. При формуванні структури хмарного сервісу метод порівняльного аналізу за критерієм функціональної придатності дає можливість провести вибір платформ для реалізації хмарного сервісу, сформувавши склад компонентів і функцій такого сервісу, та вибрати підмножину варіантів реалізації хмарного сервісу, як найбільше буде відповідати вимогам власника. Розглянуті методи та моделі можуть використовуватися в різних областях економіки та управління для побудови та експлуатації хмарних сервісів.

Ключові слова: *хмарні обчислення, компоненти хмарних обчислень, інформаційні технології, хмарні платформи.*

Аннотація. *В статье исследованы основные принципы построения облачных сервисов на базе модели SaaS. Именно этот вид облачных сервисов в настоящее время наиболее динамично развивается в Украине. Автор определяет основные проблемы построения современных облачных сервисов и варианты их решения путем применения методов анализа сложных систем по экономическим критериям. Особенностью облачных сервисов является их слабая структурированность по сравнению с традиционными информационными системами, а также свобода пользователей и разработчиков в плане количественного и качественного развития системы. Современные облачные сервисы представляют сложные динамические информационные системы, включающие большое количество различных компонентов. При формировании структуры облачного сервиса метод сравнительного анализа по критерию функциональной пригодности дает возможность провести выбор платформ для реализации облачного сервиса, сформировать состав компонентов и функций такого сервиса, и выбрать подмножество вариантов реализации облачного сервиса, как наиболее будет*

соответствовать требованиям владельца. Рассмотренные методы и модели могут использоваться в различных областях экономики и управления для построения и эксплуатации облачных сервисов.

Ключевые слова: *облачные вычисления, компоненты облачных вычислений, информационные технологии, облачные платформы.*

Summary. *The article deals with the basic principles of building a cloud services model based on SaaS. This type of cloud services is currently developing dynamically in Ukraine. The author identifies the main problems of building modern cloud services and options to solve them by applying methods of analysis of complex systems according to economic criteria. The feature of cloud services is their poor structuring in comparison with traditional information systems, and the freedom of users and developers in terms of quantitative and qualitative development of the system. Modern cloud services represent complex dynamic information systems which include many different components. In forming of the structure of cloud service method of comparative analysis according to the criterion of functional suitability gives the opportunity to choose platform for cloud service, to form the composition of the components and functions of such a service, and select a subset of options for implementing cloud service that will most likely meet the owner's requirements. The methods and models can be used in various fields of Economics and Management for the construction and operation of cloud services.*

Key words: *cloud computing, components of cloud computing, information technologies, cloud platforms.*

Постановка проблеми. *За останні кілька років парадигма хмарних обчислень набрала чинності і стала популярною в сфері інформаційних технологій. За прогнозами провідних консалтингових компаній світу, швидке вдосконалення та поширення хмарних технологій (cloud computing) є одним з ключових трендів, що в найближчі 5-8 років помітно*

вплинуть на глобальний розвиток не лише IT-індустрії, але і на сфери бізнесу, фінансів, державного управління, медицини, освіти та на багато інших сфер людського життя [1].

Особлива увага приділяється хмарним сервісам, побудованим за моделлю SaaS (Software as a Service). Саме цей вид хмарних сервісів найбільш динамічно розвивається в Україні. Сьогодні ряд постачальників на вітчизняному хмарному ринку вже надає послуги по моделі SaaS, а найголовніше - ці послуги мають зростаючий попит.

Особливістю хмарних сервісів є їх слабка структурованість в порівнянні з традиційними інформаційними системами, а також свобода користувачів і розробників в плані кількісного і якісного розвитку системи. Процеси створення і використання хмарних сервісів мають свою економічну складову, вони характеризуються витратами праці і коштів з одного боку, і отриманням прямого або непрямого прибутку - з іншого. Складність сучасних хмар визначає необхідність звернення до методів економіко-математичного моделювання. Для забезпечення ефективної побудови хмарних сервісів за моделлю SaaS, їх підтримки та розвитку є актуальним вивчення економічної сторони процесів їх розробки та експлуатації, дослідження відповідних моделей та методів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Теоретичні й практичні аспекти хмарних технологій піднімаються у працях таких зарубіжних та вітчизняних авторів, як Різа Дж. [2], Фінгара П. [3], Дрозда І.К. [4], Соколенко В.А. [5], Генсьорської М.М.[6], Юдіна О. К. [7, 8], Скарлетт К [9], Мерлино Дж., Аркоуліса С. [10] та ін.

Наприклад, в роботі Скарлетт К [9] хмарні сервіси визначено, як додатки для автоматизації бізнесу, поширювані за моделлю SaaS (ПЗ як послуга), або за іншими моделями, через публічні «хмари» і доступні широкому колу замовників за прийнятною ціною.

В роботі зарубіжних вчених Мерлино Дж., Аркоуліса С. [10] та ін. стверджується, що передача основних служб та програмних додатків до хмар створила нові вимоги до розробки продуктивного програмного забезпечення. Хмарні концепції та технології забезпечують розвиток середовищ розробки програмного забезпечення "у хмарі для хмари", оскільки вони можуть легко забезпечити достатню кількість обчислювальних ресурсів для розробки та тестування коду, підтримку систем спільної роботи розробників, що є ключовим для розробки програмних додатків.

Незважаючи на вагомий внесок учених в дослідження аспектів хмарних технологій, питання побудови хмарних сервісів мають значний практичний інтерес і потребують подальшого розгляду.

Формулювання цілей статті. Сучасні хмарні сервіси представляють складні динамічні інформаційні системи, які включають велику кількість різних компонентів. Метою статті є дослідження теоретико-методологічних підходів до побудови, планування та проектування хмарних сервісів на основі методів порівняльного аналізу за критерієм функціональної придатності, що дасть можливість провести вибір платформ для реалізації хмарного сервісу, сформулювати склад компонентів і функцій такого сервісу, та вибрати підмножину варіантів реалізації хмарного сервісу, як найбільше буде відповідати вимогам власника.

Основний матеріал дослідження.

Хмарний сервіс можна визначити як одну або кілька функцій, пропорованих за допомогою хмарних технологій, які викликаються з використанням єдиного інтерфейсу. При побудові та експлуатації хмарних сервісів доводиться стикатися з цілою низкою чинників, що впливають на процес їх розробки: велике число компонентів сервісу; велике число користувачів; вплив різноманітних випадкових факторів на його функціонування; велике число технологій і програмних засобів, які

використовуються для його побудови; складний характер впливу хмарних технологій на ефективність діяльності організації; включення сервісів в різні бізнес-процеси організації; значні витрати праці на створення і підтримку сервісів. Саме тому, при створенні хмарних сервісів, необхідно прийняти ряд рішень щодо формування структури його можливостей та вибору його складових. Завдання вибору компонентів для побудови хмарного сервісу може вирішуватися на основі економічного аналізу із застосуванням статистичних методів. Це визначають декілька умов:

- хмарний сервіс є інформаційною системою і для її аналізу можна застосовувати широкий спектр економіко-математичних методів, розроблених протягом останнього часу;
- процес функціонування сервісу носить стохастичний характер, де джерелами випадковості служать: характеристики хмарних платформ, кваліфікація розробників, вплив клієнтів на роботу сервісу тощо;
- кожний проект сервісу характеризується своїми витратами на розробку і експлуатацію, які залежать від конкретної мети створення сервісу.

Таким чином, для створення проекту спочатку складається перелік можливих функцій F запланованого хмарного сервісу

$$F = \{f_j\}, j = \overline{1, m};$$

В якості джерела інформації виступають результати аналізу існуючих хмарних сервісів, що створені у вітчизняних або іноземних хмарах, аналіз наукових досліджень та показників ринку хмарних послуг, результати нарад керівництва, а також зовнішні консультаційні послуги.

На базі аналізу бізнес-процесів підприємства складається перелік проектів P хмарних сервісів для підприємства

$$P = \{p_i\}, i = \overline{1, n};$$

Проекти розробляються різними департаментами або підрозділами підприємства, та можуть відповідати деяким типовим хмарним рішенням. Проекти будуть відрізнятися за складом сутностей предметної області, по організації бізнес-процесів їх експлуатації.

Відповідно, кожен проект буде реалізовувати деяку підмножину функцій. Це відображається за допомогою матриці:

$$P = \{p_{ij}\}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m};$$

де,

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо функція } j \text{ входить до проекту сервісу } i \\ 0, \text{ якщо функція } j \text{ не входить до проекту сервісу } i \end{cases}$$

Проводиться порівняльний аналіз проектів хмарних сервісів відповідно до стандартної методики оцінки якості програмних продуктів, яку визначає міжнародний стандарт ISO 14598. До матриці P додається додатковий рядок, який відображає вимоги до функціональної придатності майбутнього хмарного сервісу (умовний проект сервісу) і розрахунки по матриці P повторюються. Стандартні методики оцінки якості програмних продуктів передбачають можливість уточнення умовної системи відповідно до результатів розрахунків. В результаті необхідно вибрати такі проекти сервісів, які в достатній мірі перевершують умовний сервіс, але досить близькі до нього за критерієм функціональної придатності. Таким чином, перелік проектів скорочується.

На основі аналізу формуються перелік хмарних платформ та компонентів (на рівні PaaS та IaaS), що здатні забезпечити розробку та експлуатацію хмарних сервісів, і перелік функцій платформ. Відповідно формуються множина хмарних платформ

$$PL = \{pl_k\}, k = \overline{1, nPL},$$

та множина функцій цих платформ:

$$FPL = \{fpl_l\}, l = \overline{1, mFPL}.$$

Створюється логічна матриця L , елементи якої формуються наступним чином:

$$L_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо функція } j \text{ входить до платформи } i \\ 0, \text{ якщо функція } j \text{ не входить до платформи } i \end{cases}$$

Проводиться аналіз хмарних платформ за критерієм функціональної придатності, що дозволяє визначити групи платформ і засобів розробки, які переважають інші за повнотою функцій. Відповідно до аналізу перелік платформ скорочується.

Для кожного з розглянутих проектів формується множина вимог до засобів та платформ розробки. Таким чином, до множини хмарних платформ додаються умовні платформи $OPL_1 \dots OPL_n$, функції яких дозволяють реалізувати кожен із проектів хмарних сервісів $P_1 \dots P_n$. Відповідно, додаткові строки з умовними платформами додаються в матрицю L .

Проводиться аналіз хмарних платформ за стандартною методикою з урахуванням умовних платформ. На основі доповненої матриці L будуються матриці поглинання, подібності, переваги і відповідні графи.

Таким чином, можуть бути виділені платформи, які в необхідній мірі поглинають функції умовних платформ, і платформи, які в достатній мірі близькі до умовних. В результаті формується матриця сумісності

$$CPL = \{cpl_{ik}\}, i = \overline{1, n}; k = \overline{1, nPL};$$

елементи якої показують, чи може бути побудований хмарний сервіс на базі конкретної хмарної платформи

$$CPL_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ якщо платформа } k \text{ дозволяє реалізувати сервіс } i \\ 0, \text{ в іншому випадку} \end{cases}$$

Іноді сервіс може бути реалізований тільки на базі певної платформи (наприклад, сервіс аналізу великих обсягів даних на базі SAS (Statistical Analysis Software) можна побудувати тільки на платформі Microsoft Azure).

У таких випадках для всіх інших платформ в матриці сумісності встановлюється 0.

Далі ми проводимо об'єднання матриці проектів і матриці платформ. При цьому з декартового твору множин P і PL видаляються варіанти, які не відображають вимоги до сумісності:

$$\dot{P} = \{(p_i, pl_k) | cpl_{ik} = 1\}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m};$$

Множина функцій об'єднується:

$$F' = F \cup FPL;$$

У відповідності до отриманих множин \dot{P} та \dot{F} формується матриця \dot{VR} , вигляд якої наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Об'єднана матриця варіантів реалізації хмарного сервісу

Варіанти реалізації хмарного сервісу SaaS		Функції сервісу			Функції хмарної платформи PaaS		
проект сервісу	хмарна платформа	f_1	...	f_m	fpl_1		fpl_m
P_1	PL_1						
P_1	PL_5						
P_2	PL_3						
P_2	PL_5						
P_0							

(розробка автора)

Далі ми формуємо множину вимог користувача до хмарної платформи, тобто до систем управління базами даних, мов програмування, фреймворків, за допомогою яких буде розроблятися хмарний сервіс. Ці вимоги описують можливості створюваного хмарного сервісу з точки зору зручності, гнучкості, розширюваності і т.д. наприклад, «Використання мови програмування Ruby, або документо орієнтованої СУБД MongoDB».

Множина вимог до платформ об'єднується з множиною вимог до самого хмарного сервісу. Сформований таким чином рядок матриці VR описує функціональний склад умовного сервісу P_0 .

На основі стандартної методики проводиться порівняння варіантів реалізації хмарного сервісу. Розраховуються матриці і будуються відповідні графи. Можливі варіанти порівнюються за критерієм функціональної придатності і порівнюються з умовним сервісом, що відображає вимоги до створюваного хмарного сервісу. На основі матриць і графів вибирається підмножина варіантів, що відповідає вимогам до функціонування запланованого сервісу.

При подальшому виборі необхідно враховувати, наприклад, такі фактори, як сукупність витрат (за моделлю ТСО) на побудову і експлуатацію хмарних сервісів.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. В цілому, застосування даного концептуального підходу до розробки хмарних сервісів дозволяє вибрати кілька можливих варіантів реалізації сервісу, враховуючи: групи функцій хмарних сервісів; кількісні та порядкові параметри; технології реалізації сервісів; залежність між функціями; ієрархію компонентів хмарного сервісу, вартість розробки. Подальших досліджень потребують методи розрахунку витрат на побудову та експлуатацію хмарних сервісів, та вдосконалення моделі ТСО для них.

При формуванні структури хмарного сервісу запропоновані методи дадуть можливість: провести вибір програмного забезпечення для реалізації хмарного сервісу, сформувавши склад компонентів і функцій такого сервісу, та вибрати підмножину варіантів реалізації хмарного сервісу, як найбільше буде відповідати вимогам власника сервісу. Розглянуті методи та моделі можуть використовуватися в різних областях економіки та управління для побудови та експлуатації хмарних сервісів.

Література

1. Symantec: Protecting a Cloudier Future. Market Report. November 2012. [Електронний ресурс]. – http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white_papers/esg-protecting-a-cloudier-future.en-us.pdf;
2. Риз Дж. Облачные вычисления / Дж. Риз. /Пер с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.
3. Фингар П. Облачные вычисления – бизнес-платформа XXI века / Питер Фингар. – М.: Акварина, 2011. – 256 с.
4. Дрозд І.К. Інформаційні технології як фактор удосконалення облікових процесів / І.К. Дрозд, В.О. Вдовиченко // Науково-практичне видання «Незалежний аудитор». – К.: КНЕУ. – Сова. – 2013. – № 4. – С. 2-11.
5. Соколенко В.А. Концепція «хмарних» обчислень та її застосування в електронній торгівлі / В.А. Соколенко, А.В. Поляк // Вісник НТУ «ХП». Серія: Актуальні проблеми розвитку українського суспільства. – Харків: НТУ «ХП». – 2013. – № 6(980). – С. 109-117.
6. Генсьорська М.М. Хмарні сховища даних та їх характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://informatika.udpu.org.ua/?page_id=1896
7. Юдін О. К. Хмарні технології організації інтегрованих корпоративних мереж / О. К. Юдін, Р. В. Зюбіна, Т. В. Зюбін // Інформаційна безпека. – 2013. – Т. 11. – №. 3. – С. 112–127.
8. Юдін О.К. Нормативно-правові аспекти використання хмарних технологій / О.К. Юдін, Р.В. Зюбіна // Наукоємні технології. – 2014. – № 3 (23). – С. 303-307.
9. Скарлетт К. «Облачные стандарты: средства взаимодействия приложений в облаке» (2016) [Електронний ресурс].-

<https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-tools-to-ensure-cloud-application-interoperability/index.html>

10. Giovanni Merlino, Stamatis Arkoulis et al. «Mobile crowdsensing as a service: A platform for applications on top of sensing» *Clouds Future Gener. Comput. Syst.*, 0167-739X, 56 (2016), pp. 623-639.

References

1. Symantec: Protecting a Cloudier Future. Market Report. November 2012. [Elektronnyy resurs]. – http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white_papers/esg-protecting-a-cloudier-future.en-us.pdf;
2. Ryz Dzh. Oblachni vichyslenyya / Dzh. Ryz. /Per s anhl. – SPb.: BKhV-Peterburh, 2011. – 288 s.
3. Fynhar P. Oblachni vichyslenyya – byznes-platforma XXI veka / Pyter Fynhar. – M.: Akvamarynovaya knyha, 2011. – 256 s.
4. Drozd I.K. Informatsiyi tekhnolohiyi yak faktor udoskonalennya oblikovykh protsesiv / I.K. Drozd, V.O. Vdoviyenko // Naukovo-praktychne vydannya «Nezalezhnyy audytor». – K.: KNEU. – Sova. – 2013. – # 4. – S. 2-11.
5. Sokolenko V.A. Kontseptsiya «khmarnykh» obchyslen' ta yiyi zastosuvannya v elektronniy torhivli / V.A. Sokolenko, A.V. Polyak // Visnyk NTU «KhPI». Seriya: Aktual'ni problemy rozvytku ukrayins'koho suspil'stva. – Kharkiv: NTU «KhPI». – 2013. – # 6(980). – S. 109-117.
6. Hens'ors'ka M.M. Khmarni skhovyshcha danykh ta yikh kharakterystyky [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://informatika.udpu.org.ua/?page_id=1896
7. Yudin O. K. Khmarni tekhnolohiy orhanizatsiyi intehrovanykh korporatyvnykh merezh / O. K. Yudin, R. V. Zyubina, T. V. Zyubin // Informatsiyina bezpeka. – 2013. – T. 11. – #. 3. – S. 112–127.

8. Yudin O.K. Normativno-pravovi aspekty vykorystannya khmarnykh tekhnolohiy / O.K. Yudin, R.V. Zyubina // Naukoyemni tekhnolohiyi. – 2014. – # 3 (23). – S. 303-307.
9. Skarlett K. «Oblachni standarty: sredstva vzaymodeystviya prylozhenyy v oblake» (2016) [Elektronnyy resurs]. - <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-tools-to-ensure-cloud-application-interoperability/index.html>
10. Giovanni Merlino, Stamatis Arkoulis et al. «Mobile crowdsensing as a service: A platform for applications on top of sensing» Clouds Future Gener. Comput. Syst., 0167-739X, 56 (2016), pp. 623-639