

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.46

Хмарні технології як фактор конкурентоспроможності компанії

Гальчинський Л.Ю.кандидат технічних наук, доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**Шкарабура І.М.**студент
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»

У статті розглянуто задачу впливу хмарних технологій на конкурентоспроможність компанії в умовах олігополістичного ринку. Проаналізовано відносини між компаніями, що представляють на ринку свій SaaS-продукт; вивчено вплив хмарних технологій на попит і собівартість такого продукту; структуру ринку та його поведінку за допомогою апарату теорії ігор. Досліджено побудовану для вказаної задачі модель, що має аналітичний огляд та програмне рішення на основі статистичних даних.

Ключові слова: хмарні технології, SaaS-додаток, олігополія, конкурентоспроможність, теорія ігор.

Гальчинский Л.Ю., Шкарабура И.Н. ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМПАНИИ

В статье рассмотрена задача влияния облачных технологий на конкурентоспособность компании в условиях олигополистического рынка. Проанализированы отношения между компаниями, представляющими на рынке свой SaaS-продукт, изучено влияние облачных технологий на спрос и себестоимость такого продукта, структура рынка и его поведение с помощью аппарата теории игр. Исследована построенная для указанной задачи модель, имеющая аналитический обзор и программное решение на основе статистических данных.

Ключевые слова: облачные технологии, SaaS-приложение, олигополия, конкурентоспособность, теория игр.

Galchynsky L.Y., Shkarabura I.M. CLOUD TECHNOLOGIES AS A FACTOR OF COMPETITIVENESS

This paper studies the problem of the role of cloud technologies as a factor, which could affect the company's competitiveness in an oligopolistic market. Analyzed the relationship between companies that represent their SaaS products, and studied the impact of the cloud on demand and cost of the product. Analyzed the structure of the market, its behavior using the apparatus of game theory. Studied the model that was built for the problem and program solution based on statistical data.

Keywords: cloud, SaaS application, oligopoly, competitiveness, game theory.

Постановка проблеми у загальному вигляді. За останні роки розвиток інформаційних технологій набрав досить значних темпів. Одним із нових напрямів, що здатні значно впливати не тільки на бізнес-процеси всередині певної компанії, але й на весь ринок у цілому або навіть на загальні засади ведення бізнесу – це поява хмарних технологій. Ураховуючи креативну силу хмарних технологій, необхідно розуміти їх можливості як фактора конкурентоспроможності для компанії.

У сучасних ринкових умовах окремим компаніям стає все важче не тільки зміню-

вати певну конкурентну ситуацію на свою користь, але навіть зберегти наявний її стан. Традиційні методи конкуренції вже застаріли. Наприклад, непідкріплені ресурсами цінові війни є довгим і небезпечним процесом. А екстенсивне нарощування об'ємів виробництва або вичерпало себе, або непристосоване до певних напрямів виробництва, як, наприклад, створення програмного забезпечення, що базується на засадах SaaS (англ. software as a service – програмне забезпечення як послуга). Необхідні нові шляхи розвитку, нові напрями. Одним із можливих таких напрямів

можна вважати хмарні технології. Перехід на такі технології може не тільки впливати на основні як кількісні, так і якісні показники компанії, але й змінити засади ведення бізнесу. Проте, незважаючи на явний набір переваг таких технологій та твердження багатьох практиків і теоретиків хмарного напрямку, постають питання: чи дійсно це так? як визначити, чи дійсно варто перейти на нові технології, чи принесуть вони бажаний результат?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними Національного інституту стандартів і технологій (NIST) опублікованими ще в 2011 р., «хмарні обчислення є моделлю для забезпечення повсюдного, зручно, доступного на вимогу мережевого доступу до загального пулу обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж, серверів, систем зберігання, застосунків і послуг), які можуть бути швидко сконфігуровані і надані з мінімальним зусиллям управління або взаємодії з постачальником послуг» [1, с. 2].

Із визначення випливає, що сама система використання хмарних обчислень складається з двох напрямів: сам продукт, тобто певний програмний застосунок, та конфігурація і налаштування, які забезпечують ефективну і стабільну роботу програмного забезпечення. Тому важливо розглядати ці два напрями як взаємопов'язані. Але крім того, необхідно також зрозуміти, як саме хмарні технології здатні впливати на продукт компанії (у нашому випадку – програмне забезпечення), які наявні механізми впливу.

У маркетинговій літературі продукт визначено як об'єкт, який має комплекс атрибутів, що забезпечують основні переваги, матеріальні і нематеріальні вигоди для споживачів [2, с. 14]. Використовуючи визначення продукту, можна визначити програмний застосунок як такий, що має багато атрибутів. Атрибути, які безпосередньо пов'язані з функціональністю застосунку визначаються як функціональні атрибути, а ті, що не є безпосередньо пов'язаними з функціональністю застосунку, визначаються як нефункціональні атрибути. У наявних дослідженнях впливу хмарних обчислень, нефункціональні атрибути, такі як модульність, продуктивність, безпека, не отримали достатньої уваги. А враховуючи, що типовий програмний застосунок певної інформаційної системи є деяким переродженням у сервісний продукт, то більше не можна ігнорувати важливої ролі нефункціональних атрибутів, що можуть мати серйозний вплив на ефективність застосунку.

У центрі уваги нашого дослідження знаходиться аналіз впливу хмарних технологій на компанію – розробника програмного забезпечення, що працює на основі моделі SaaS, тому, по-перше, важливо розглянути літературу пов'язану з такою моделлю; по-друге, обрана тематика є невід'ємною частиною загального поняття хмарних технологій, тому не можна розглядати дослідження у сфері SaaS-застосунків без вивчення наукових праць у загальній сфері хмарних обчислень.

Хмарні обчислення в цілому і SaaS як частковий випадок створили необхідність у вивченні і розумінні дослідниками інформаційних систем і технологій використання програмного забезпечення як хмарних служб. Наприклад, Demirkan вивчав важливість сервіс-орієнтованої архітектури в застосунках і запропонував деякі рекомендації з розробки й адаптації застосунків ІС на основі такої архітектури. Разом із Bardhan вони підтвердили, що ІТ-сервіси стають усе більш і більш важливими в ІС-сфері [3].

Дана робота базується на вивченні впливу хмарних технологій за рахунок впливу на основні нефункціональні атрибути, а саме модульність програмного застосунку та його продуктивність.

Концепція модульності у сфері науки управління має довгу історію. Модульність була вивчена в трьох різних сферах: дизайні продукту, виробничих системах і організації. Пізніше було розкрито важливість модульності в галузі архітектури програмного забезпечення. Це, своєю чергою, було підтверджено багатьма дослідженнями, а саме те, що модульне програмне забезпечення краще звичайного. Зокрема, для головних продуктів компаній Joglekar і Rosenthal спостерігали, що використання модульності в архітектурі програмного забезпечення покращує заплановані вихідні результати такого продукту в процесі додання окремих програмних компонентів [4, с. 385].

На жаль, літератури, що стосується аналізу атрибуту продуктивності програмного забезпечення, навіть зараз не дуже багато. Незважаючи на це, Jain і Kannan показали, що в середовищі послуг програмного забезпечення ціна пов'язана з продуктивністю, і виробники стягують вищу ціну за продукт із використовуваною більшою обчислювальною потужністю [5, с. 1133]. Nosanger та інші дослідники вивчали роль продуктивності на конкретній ІС. Вони показали, що для постачальників існувала можливість стягувати

плату за сервіс із високою продуктивністю, коли були наявні такі ж безкоштовні сервіси, але з поганою продуктивністю [6]. Вони також описали деякі з кращих практик для розробки високонавантажених продуктів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Ураховуючи недостатню вивченість впливу хмарних технологій на конкурентну перевагу, необхідно зрозуміти, які основні фактори впливу мають хмарні технології, як зміни у стратегіях компаній впливають на розподіл ринку, а також загальний його потенціал, у даному разі – на ринку розробників SaaS-застосунків.

Слід зрозуміти, що вивчення поставленого завдання вимагає аналізу динаміки ринку, оскільки необхідно зосереджуватися не тільки на певних показниках компаній у певний момент часу, але також потрібно розуміти тенденції розвитку, залежність стратегій учасників. Саме тому метою статті є розробка економіко-математичної моделі, що базується на теорії диференціальних ігор. Модель має оцінювати переваги або недоліки використання хмарних технологій як цілісного комплексу або їх певної частини в умовах олігополістичного ринку, який, як показують дослідження і реальні статистичні дані, є досить реальним у сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для детального дослідження поставленої задачі створена економіко-математична модель. Вона являє собою диференційну гру на олігополістичному ринку. Враховуючи клас поставленої задачі, а це динамічний аналіз декількох економічних об'єктів, які знаходяться у взаємозв'язку, апарат диференціальних ігор є досить ефективним. У загальному випадку модель представляє собою безперервну гру, де в кожний момент часу компанії обирають певну стратегію своєї діяльності, що виходить із загальних ринкових показників та дій конкурентів. Суть моделювання полягає в тому, що певна компанія вирішила використовувати хмарні технології в розробці і постачанні свого SaaS-продукту. При цьому деякі гравці на ринку, побоюючись ризику, вирішують використовувати хмарні технології не в повному комплексі, а зосереджуючись лише на певних їх можливостях, що має дати компаніям певні переваги. З іншого боку, на ринку також присутні компанії, що пасивно налаштовані щодо переходу на хмарні технології. Розглянемо модель більш детально.

Основу моделі становить максимізація прибутку кожної компанії. Як відомо з основ

економіки, прибуток компаній представляє собою різницю доходу та витрат. Дохід кожної компанії формується на основі продажу товару, у нашому випадку – SaaS-застосунку. У нашій моделі дохід – це функція, залежна від попиту на товар та його ціни. Своєю чергою, витрати залежать від витрат на технологію, залучення нових клієнтів, рекламу, певних постійних витрат і т. д.

Виходячи з наведеної вище інформації, для початку необхідно змоделювати функцію попиту, яка є ключовою точкою в моделі. Ми припускаємо, що існує декілька постачальників подібного продукту у вигляді SaaS-застосунку, який надається в користування на фіксований період. Оскільки основою роботи є передусім вивчення переваг від використання хмарних технологій, необхідно визначити, як такі технології впливають на попит у моделі. Вони впливають з двох напрямів. З одного боку, це вплив на попит компанії за рахунок покращення архітектури програмного застосунку (підвищення модульності), а з іншого – це підвищення продуктивності роботи застосунку. Відповідно до попередніх досліджень, ми припускаємо, що модульність і продуктивність створюють позитивний вплив на попит. Це є досить очевидним фактом, оскільки збільшення модульності призводить до зменшення помилок у продукті [7], а підвищення продуктивності – до його швидкості і стабільності [6].

Для нашої моделі на даному етапі дослідження достатньо ефективною є лінійна функція попиту, що включає чутливість попиту з боку модульності і продуктивності. Ми також припускаємо, що обидва вищенаведені параметри, а також ціна амортизуються протягом усього часу життя продукту. Визначимо попит так:

$$d(t) = \alpha - \beta p(t) + \gamma m(t) + \delta o(t), \quad (1)$$

де $d(t)$ – попит; $p(t)$ – ціна застосунку, що амортизується протягом усього терміну життя продукту; $m(t)$ – рівень модульності застосунку; $o(t)$ – рівень продуктивності застосунку; α – це рівень попиту, що належить до функціональних атрибутів застосунку та інших нефункціональних атрибутів, таких як якість, імідж бренду, загальне економічне положення та інші, що виходять за рамки даної роботи; β представляє собою цінову чутливість попиту; γ являє собою оцінку збільшення попиту зі збільшенням модульності; δ – це оцінка збільшення попиту зі збільшенням продуктивності [8].

Наступний крок полягає в розробці функції витрат. Постачальник застосунку SaaS бере

на себе три різних види витрат. По-перше, є фіксована вартість, яка включає в себе вартість розробки продукту, а також витрати з налаштування необхідної ІТ-інфраструктури, щоб застосунок SaaS міг одразу використовуватися клієнтами. По-друге, за провайдером також закріплені граничні витрати за обслуговування, оскільки, щоб забезпечити більшу кількість сервісів для більшої кількості клієнтів, необхідно мати велику ІТ-інфраструктуру. Граничні витрати також складаються з двох частин. Це одноразова вартість покупки інфраструктури та змінні витрати підтримки інфраструктури і надання послуг. По-третє, це вартість підтримки застосунку.

Попередні дослідження показали, що модульність в архітектурі продукту призводить до більшої складності розробки продукту. Таким чином, ми можемо зробити висновок, що створення модульного програмного забезпечення потребує більшої кількості витрат на створення (тобто вища фіксована вартість) [9, с. 251]. Ми припускаємо, що фіксована вартість залежить від підвищення модульності і продуктивності й є квадратичною функцією, тому може бути виражене в такий спосіб:

$$c_1 = A_1 + Cm(t) + Do^2(t), \quad (2)$$

де A_1 – це фіксована вартість, що виникає з інших чинників, окрім модульності і продуктивності; C – рівень витратності, пов'язаний із модульністю в процесі проектування і розробки за стосунку; D є рівнем витратності, пов'язаним із параметром продуктивності.

Модульність у дизайні також призводить до більшої гнучкості за зміни функціоналу застосунку, що призводить до більшої маневреності [10]. А це означає, що більш дорого підтримувати немодульний продукт порівняно з модульним. Ми розглядаємо витрати на технічне обслуговування c_2 як вартість, яка амортизується протягом усього терміну служби продукту. Отже, c_2 може бути виражене в такий спосіб:

$$c_2 + A_2 + Bm(t), \quad (3)$$

де A_2 – це загальні амортизаційні витрати на технічне обслуговування застосунку протягом його часу життя; B – параметр, пов'язаний із модульністю, що показує економію витрат на технічне обслуговування, що впливають із модульної конструкції.

На відміну від традиційного постачальника програмного забезпечення постачальник застосунків SaaS також буде брати на себе граничні витрати на надання послуг. Така гранична вартість c_3 включатиме в себе витрати на створення інфраструктури, у тому числі

на апаратні засоби, програмне забезпечення c_{31} , а також на обслуговування застосунку c_{32} . Тоді:

$$c_{31} = d(t)[Go(t) + wZ], \quad (4)$$

$$c_{32} = d(t)[1 - w]Z, \quad (5)$$

$w_i \cdot (w_i < 1)$ – це коефіцієнт масштабування, і ми припускаємо, що $w_i Z_i$ являє собою вартість інфраструктури компанії, необхідної для створення застосунку; $G_i o_i(t)$ – це збільшення вартості розгортання інфраструктури з більш високою операційною ефективністю.

Отже, c_3 може бути виражене як:

$$c_{3i} = c_{31i} + c_{32i} = d(t)[Z_i + G_i o_i(t)], \quad (6)$$

Виходячи з вищенаведених даних, побудуємо математичну модель динамічної гри на олігополістичному ринку між компаніями, що створюють SaaS-застосунки. Передусім будемо цільову функцію, у нашому випадку це максимізація прибутку кожної компанії.

$$\Pi_i(t) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left(\begin{aligned} & [\alpha_i - \beta_i p_i(t) + \gamma m_i(t) + \delta_i o_i(t)] (p_i(t) - (Z + Go(t))) - \\ & - [A_i - B_i m_i(t) + C_i m_i^2(t) + D_i o_i^2(t)] - \frac{b(h_i(t))^2}{2} - Fc \end{aligned} \right) dt \rightarrow \max \quad (7)$$

де $A_i = A_{1i} + A_{2i}$.

На цільову функцію впливають також певні обмеження. У першу чергу це обмеження в потенціалі для росту попиту на застосунок для кожної компанії.

$$\begin{aligned} \dot{d}_i(t) = & \left(\frac{d_i(t)}{\sum_{i=1}^n d_i(t)} \right) (y c_i + v c_i I c_i(t)) d_{-i}(t) + \\ & + \left(\frac{1 + \frac{d_i(t)}{d_{-i}(t)}}{M(t)} \right) (y u_i + v u_i I u_i(t)) \left(M(t) - \sum_{i=1}^n d_i(t) \right), \quad (8) \end{aligned}$$

де M – ринковий потенціал, який дорівнює:

$$M(t) = M_0 + \ln(I c_i(t) + I u_i(t)), \quad (9)$$

де $I_i^c(t)$ і $I_i^u(t)$ – маркетингові та рекламні інвестиції, зроблені в період t для залучення клієнтів конкурентів ($I_i^c(t)$) та для залучення нових клієнтів ($I_i^u(t)$); ϵ базовою ймовірністю того, що клієнту конкурента стане відомо про існування іншої фірми; y_i^u є базовою ймовірністю того, що незалученому агенту на ринку стане відомо про існування продукту фірми; v_i^c є параметром виміру ймовірності того, що клієнт конкурента буде переманений, коли йому стане відомий продукт іншої фірми; v_i^u є параметром виміру ймовірності того, що незалучений агент на ринку буде заманений, коли йому стане відомий продукт фірми; Fc – це фіксована вартість, яка спрямована на залучення клієнтів.

Як наслідок інвестування в хмарні технології, гранична вартість фірми змінюється з часом, як описано в наступному кінематичному рівнянні:

$$\Theta_i(t) = A_i - Bm_i(t) + Cm_i^2(t) + Do_i^2(t) + [Z_i - Go_i(t)]d_i(t) \quad (10)$$

$$\dot{\Theta}_i(t) = \Theta_i(t)(-v_i(t) - h_i(t)K_{-i}(t) + w), \quad (11)$$

де $v_i(t)$ вказує на зусилля, зроблені фірмою i , щоб зменшити вартість розробки програмного забезпечення. Функція $h_i(t) \in [0,1]$ вимірює позитивний технологічний сплеск, що фірма отримує від процесу інноваційної діяльності конкурента, тоді як $w \in [0,1]$ – норма амортизації.

Позитивну віддачу від упровадження інформаційних технологій конкурентами можна описати динамічним рівнянням:

$$\dot{h}_i(t) = \alpha K_{-i}(t) - \eta h_i(t), \quad (12)$$

де α та η – позитивні параметри.

Приріст капіталу можна охарактеризувати таким обмеженням:

$$\dot{K}_i(t) = (v_i(t) + h_i(t))\Theta_i(t) - \delta c K_i(t). \quad (13)$$

Отже, модель виглядає так за $i = 1..n$:

$$\left\{ \begin{aligned} \dot{d}_i(t) &= \left(\frac{d_i(t)}{\sum_{i=1}^n d_i(t)} \right) (y c_i + v c_i I c_i(t)) d_{-i}(t) + \left(\frac{1 + \frac{d_i(t)}{M(t)}}{M(t)} \right) (y u_i + v u_i I u_i(t)) \left(M(t) - \sum_{i=1}^n d_i(t) \right) \\ \dot{\Theta}_i(t) &= \Theta_i(t)(-v_i(t) - h_i(t)K_{-i}(t) + \delta c) \\ \dot{h}_i(t) &= \alpha K_{-i}(t) - \eta h_i(t) \\ \dot{K}_i(t) &= (v_i(t) + h_i(t))\Theta_i(t) - \delta c K_i(t) \end{aligned} \right. \quad (14)$$

$$\Pi_i(t) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left([\alpha_i - \beta_i p_i(t) + \gamma m_i(t) + \delta_i o_i(t)](p_i(t) - (Z + Go(t))) - [A_i - B_i m_i(t) + C_i m_i^2(t) + D_i o_i^2(t)] - \frac{b(h_i(t))^2}{2} - Fc \right) dt \rightarrow \max \quad (15)$$

Таким чином, модель представляє собою максимізацію прибутків кожної компанії, враховуючи зазначені обмеження на ринковий потенціал, можливі витрати на технологію та інноваційну діяльність. Конкуренція побудована на основі моделі Бертрана з механізмом цінової конкуренції за моделлю Свізі.

До недавнього часу більшість аргументів відношення хмарних і локальних технологій були засновані на припущеннях, а не фактичних дослідженнях, поки Gartner не проаналізували ці факти на реальних даних. Хоча вже пройшло кілька років із часу цього дослідження, що стосуються порівняння розміщення системи CRM на локальній інфраструктурі та хмарній для малих і середніх підприємств, дебати все ще не вщухають [11].

У 2015 р. на 10 провідних постачальників програмного забезпечення CRM при-

падало близько 51% світового ринку CRM-додатків, який виріс на 2% і наблизився до \$26 млрд. доходів від продажів. Виходячи із цих даних, передусім необхідно зазначити, що власне ринок CRM-продуктів дуже активно росте, і не в останню чергу це – заслуга SaaS-моделі і хмарних технологій, що дали змогу створювати ефективно програмне забезпечення. Саме в 2008–2009 рр. компанії починають вивчати і застосовувати нові хмарні обчислення у своїх застосунках. Що стосується сьогодення, то в минулому році Salesforce лідирувала з 20% часткою ринку і \$5,1 млрд. доходів від продуктів CRM. На другому місці знаходиться SAP із 10%, на третьому – Oracle із 8%, Microsoft і Adobe Systems зайняли четверте і п'яте місця з 4% відповідно (рис. 1).

Слід одразу сказати, що вказаний вище ринок можна вважати олігополістичним, оскільки є декілька великих гравців, а саме чотири, що займають до 50% ринку. Є також велика кількість невеликих компаній, але вони не мають значного впливу на ринок, оскільки діють некооперативно і мають незначні частки ринку.

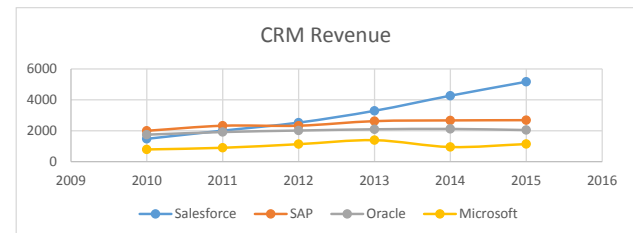


Рис. 1. Доходи основних гравців на ринку CRM

Для чисельного дослідження необхідно задати початкові параметри моделі. Виходячи з дослідження вищенаведених статистичних даних по світовим показникам CRM-систем, можна задати статистичні показники для отримання більш точного й адаптованого до реальності результату [11]. Але оскільки не всі показники можна отримати зі статистичних даних, деякі візьмемо як експериментально визначені: $\rho = 0,07$, $\alpha_i = 300$, $\beta_i = 0,4$, $0,1 \leq \gamma_i \leq 1,2$, $0,13 \leq \delta_i \leq 0,3$, $10 \leq A_i \leq 20$, $0,2 \leq \beta_i \leq 0,8$, $0,1 \leq C_i \leq 0,3$, $0,1 \leq D_i \leq 0,3$, $8 \leq Z_i \leq 9$, $0,5 \leq G_i \leq 0,6$, $u c_i = 0,3$, $v c_i = 0,1$, $u u_i = 0,4$, $v u_i = 0,2$, $w_i = 0,07$, $\psi_i = 0,009$, $\eta_i = 0,006$. Далі були зроблені симуляційні прогони моделі для кількості агентів ринку $n=4$, а час для оцінки – 2,5 року, оцінений як достатній для реалізації конкурентних переваг.

Ураховуючи складність задачі, обчислення її неможливе в аналітичному вигляді і поро-

джує обчислювальну проблему, яка потребує відповідного чисельного методу, тому для чисельного розв'язання поставленої задачі диференціальних ігор був розроблений програмний продукт на мові програмування AMPL із можливістю взаємодії як із різними мовами програмування, так і з програмними пакетами математичного спрямування. Рішення моделі розроблене в середовищі KNITRO 9.0 від компанії ZienaOptimization LLC [12].

Дисконтовані прибутки компаній значно відрізняються. Зокрема, перша компанія-новатор має виражену тенденцію до переваги над конкурентами. Моделювання показує, що прибутки компанії, яка перейшла на хмарні технології, з часом тільки зростають. Що стосується компаній, що лише частково вирішили використовувати нові технології, то

їх результати дещо відрізняються. Зокрема, на початковому етапі помітно випереджає компанія, що зосередилася на забезпеченні продуктивності свого SaaS-застосунку, але з часом її починає випереджати компанія, що зосередилася на модульності. Це свідчить, що модульна архітектура має стратегічний вплив, тоді як продуктивність ефективна на рівні тактичного планування. Компанія, що не використовує хмарні технології, не сходить із ринку за рахунок його загального росту і далі здатна досить ефективно функціонувати певний час (рис. 1).

Попит кожної компанії з часом зростає. На початковому етапі попит починає стрімко зростати у компанії, що не переходить на нові технології. Це пов'язано із можливістю запропонувати більш низьку ціну на свій продукт

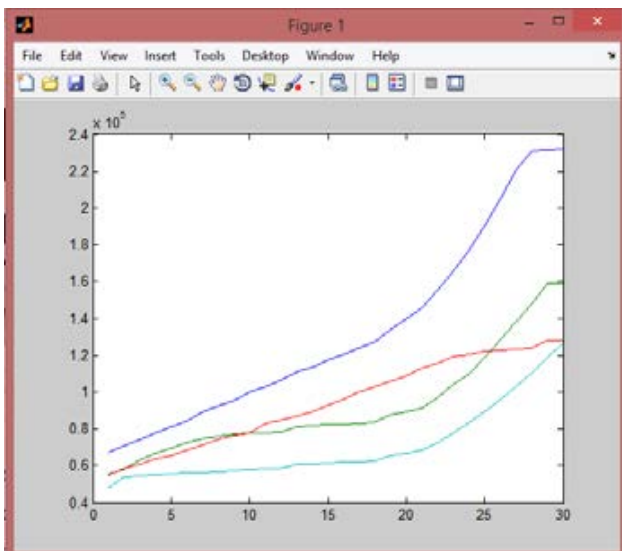


Рис. 1. Дисконтований прибуток

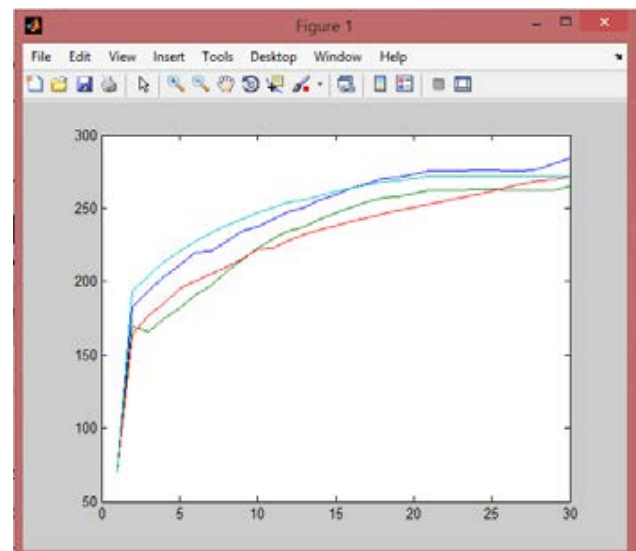


Рис. 2. Попит на продукт

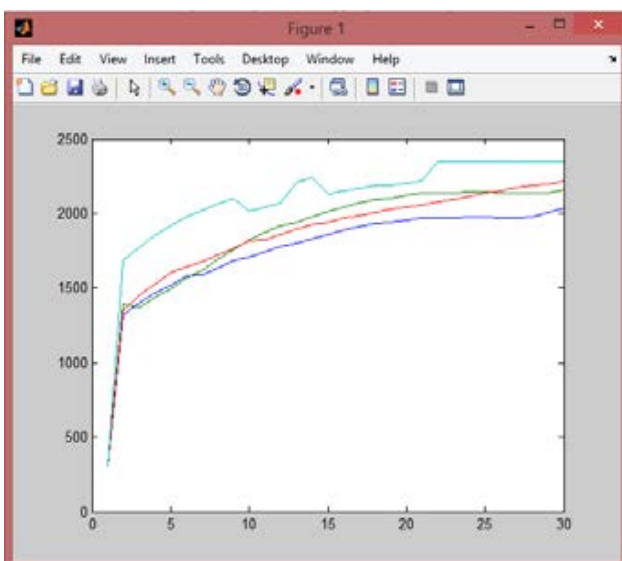


Рис. 3. Витрати на підтримку

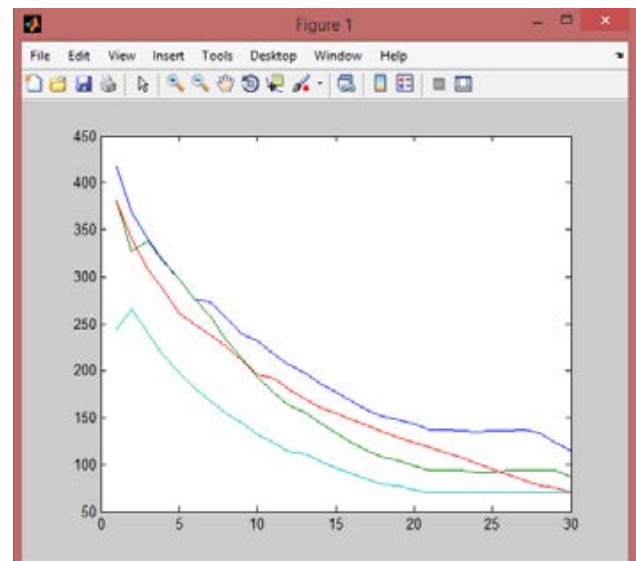


Рис. 4. Ціна на застосунок

порівняно з конкурентами, оскільки в компанії не виникає необхідності у збільшенні витрат на впровадження. Але з часом ситуація на ринку змінюється, і на передній план виходить компанія з хмарними технологіями, а за нею – компанія з частковим упровадженням (рис. 2).

Витрати на підтримку застосування компанії найвищі у компанії, що не використовує хмарні технології. Це доводять теоретичні дослідження, що стосуються витрат на програмний застосунок у хмарі. Перехід застосування SaaS у хмару здатен уже на початкових етапах зменшити витрати компанії. Що стосується компаній, що перейшли на нову технологію, то вони з перемінним успіхом конкурують між собою на ринку у сфері витрат, що пояснюється балансуванням між зростанням витрат на повний перехід у хмару і зменшенням витрат на обслуговування (рис. 3).

Ціна на застосунок кожної з фірм має тенденцію до зниження. При чому найбільшу швидкість зменшення ціни має компанія, що повністю перейшла на базу хмарних технологій. Слід також зазначити, що компанії з хмарними технологіями здатні підтримувати більш високу ціну на свій програмний продукт. Це пояснюється достатнім темпом зростання попиту на їх продукт. Оскільки на попит

впливають деякі якісні параметри, що більш ефективно проявляються в середовищі хмарної інфраструктури, то забезпечення стабільного зростання попиту дає змогу підвищувати ціну. За рахунок загального зростання ринку компанія з локальною інфраструктурою також має можливість зменшувати ціну до певного рівня (рис. 4).

Висновки з цього дослідження. Основна мета цієї роботи полягає в дослідженні ролі хмарних технологій у створенні конкурентних переваг для компанії як одного з аспектів оцінки ефективності застосування ІТ в економіці. На основі моделі SaaS як моделі надання програмного забезпечення було досліджено актуальність і доцільність використання хмарних технологій. Для знаходження чисельних розв'язків задачі створена програма на основі алгоритмів внутрішньої точки (метод бар'єрних функцій). За отриманими даними можна стверджувати, що використання хмарних технологій здатне підвищити прибутки компанії за рахунок зростання попиту та зменшення вартості. Результати моделювання показали збільшення конкурентної переваги для компанії-новатора на ринку SaaS-продуктів в умовах олігополістичної конкуренції.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing (Draft). – Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2011, – 7 p.
2. Krishnan V., Ulrich K.T. Product Development Decisions: A Review of the Literature. – Management Science. – 2001. – № 47(1). – 21 p.
3. Bardhan I.R., Demirkan H., Kannan P., Kauffman R.J., Sougstad R. An Interdisciplinary Perspective on IT Services Management and Service Science // Journal of Management Information Systems. – 2010. – P. 13–64.
4. Joglekar N.R., Rosenthal S.R. Coordination of Design Supply Chains for Bundling Physical and Software Products // The Journal of Product Innovation Management. – 2003. – P. 374–390.
5. Jain S., Kannan P.K. Pricing of Information Products on Online Servers: Issues, Models, and Analysis // Management Science. – 2012. – № 48(9). – P. 1123–1142.
6. Hosangar K., Krishnan R., Chuang J., Choudhary V. Pricing and Resource Allocation in Caching Services With Multiple Levels of Quality of Service // Management Science. – 2005. – № 51(12). – P. 1844–1859.
7. Bakos Y., Brynjolfsson E. Bundling Information Goods: Pricing, Profits, and Efficiency // Management Science. – 1999. – P. 1613–1630.
8. Jain H, Dutt, Abhijit Economic Perspective of Application Development in Cloud Computing. – International Symposium of Information Systems, 2013. – P. 56–98.
9. Bush A.A., Tiwana A., Rai A. Complementarities Between Product Design Modularity and IT Infrastructure Flexibility. – IEEE transactions on engineering management, 2010. – P. 240–254.
10. MacCormack A., Verganti R., Iansiti M. Developing Products on «Internet Time»: The Anatomy of a Flexible Development Process // Management Science. – 2001. – № 47(1). – P. 133–150.
11. Gartner Says Customer Relationship Management Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.gartner.com/newsroom/id/3329317>.
12. Fourer R., Gay D.M., Kernighan B.W. – AMPL: A Modeling Language for Mathematical Programming. – DUXBURY, 2003. – 517 p.