

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 State University of Economics V. Hetman

**МІКРОЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПАРАДИГМИ ХМАРНИХ  
ОБЧИСЛЕНЬ  
МИКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАРАДИГМЫ ОБЛАЧНЫХ  
ВЫЧИСЛЕНИЙ  
MICROECONOMIC ANALYSIS OF THE PARADIGM OF CLOUD  
COMPUTING**

**Анотація.** Одним з сучасних напрямів підвищення ефективності використання інформаційних технологій є перехід до парадигми хмарних обчислень. Мікроекономічний аналіз призначений для розгляду витрат і переваг, які не враховуються у фінансових моделях прийняття рішень. У статті вивчається потенціал мікроекономічного аналізу для підтримки прийняття рішень щодо впровадження хмарних технологій на підприємствах України.

**Ключові слова:** хмарні обчислення, моделі прийняття рішень, мікроекономіка, компоненти хмарних обчислень, інформаційні технології.

**Анотація.** Одним из направлений повышения эффективности использования информационных технологий является переход к парадигме облачных вычислений. Микроэкономический анализ предназначен для рассмотрения расходов и преимуществ, которые не учитываются в финансовых моделях принятия решений. В статье изучается потенциал микроэкономического анализа для поддержки принятия решений по внедрению облачных технологий на предприятиях Украины.

**Ключевые слова:** облачные вычисления, модели принятия решений, микроэкономика, компоненты облачных вычислений, информационные технологии.

**Summary.** One of the directions of increasing the efficiency of using information technologies is the transition to the paradigm of cloud computing. Microeconomic analysis is designed to consider costs and benefits that are not taken into account in financial decision-making models. The article studies the potential of microeconomic analysis to support decision-making on the introduction of cloud technologies at Ukrainian enterprises.

**Key words:** cloud computing, decision-making models, microeconomics, components of cloud computing, information technologies.

**Постановка проблеми.** За одностайними прогнозами провідних консалтингових компаній світу, швидке вдосконалення та поширення хмарних технологій (cloud computing) зараз є одним з тих ключових трендів, що в найближчі 5-8 років помітно вплинуть на глобальний розвиток не лише IT-індустрії, але і на сфері бізнесу, фінансів, державного управління, медицини, освіти та на багато інших сфер людського життя [1]. В умовах випереджаючого розвитку ІКТ, технологія, яка дозволяє організаціям та іншим суб'єктам відмовитись від значних витрат на власну

ІТ-інфраструктуру на користь отримання всіх необхідних ІТ-ресурсів в онлайн режимі, є перспективним і рентабельним вибором, оптимальною інвестицією в майбутнє. Український хмарний ринок, на відміну від ринків США чи ЄС, нині знаходиться у «латентній фазі» розвитку – формування попиту і акумулювання первинного досвіду споживання хмарних рішень, але його розвиток найближчими роками приведе до виникнення нового специфічного і значущого сектору української економіки та інфраструктури. Це підтверджує актуальність дослідження мікроекономічного впливу парадигми хмарних обчислень на малі та середні підприємства України.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Мікроекономіка вивчає рішення, які прийняли споживачі, підприємства і галузі промисловості щодо розподілу ресурсів і цін на товари і послуги. Відомі дослідники Harms і Yamartino в своїй роботі підрахували, що малі і середні підприємства можуть отримати до 20-30% економії, завдяки економії від масштабу, яка надаються провайдерами хмарних послуг [2]. Також при переведенні ІТ-інфраструктури підприємства до хмари комунальні витрати на електроенергію буде швидко знижуватися, досягаючи 15-20% від загальної суми експлуатаційних витрат. Ефективність використання енергії, як правило, є значно вищою в великих центрах обробки даних (ЦОД), ніж у власних невеликих центрах обробки даних компаній за рахунок географічного розміщення, економії масштабу, а також узгодженого зниження ставок на електроенергію [2].

Дослідження показують, що програмні додатки зазвичай вимагають для роботи певного обсягу обчислювальних ресурсів, відповідно збільшуючи накладні витрати на обробку даних, які стають істотними при врахуванні кількості клієнтів. «Multitenant» програмні додатки та застосування проміжного програмного забезпечення (middleware)

спрощують процеси оновлення та управління версіями і релізами, і зменшують деякі типи диференціальних накладних витрат шляхом амортизації його для багатьох клієнтів [3].

Багато дослідників вважає, що хмарні обчислення збільшили ризики, пов'язані з [4, 5]: безперервністю бізнесу хмарних провайдерів, внутрішнім характером хмарних бізнес-моделей, ерозією контролю і звітності, потенціалом онлайн-аутсорсинга бізнес-процесів, внутрішніми загрозами, втратою управління, несанкціонованим фізичним доступом до мережевої інфраструктури та проблемами захисту приватного життя.

Для протидії цьому Національний інститут стандартів і технологій США (NIST), Генеральна адміністрація з обслуговування (GSA), Cloud Alliance Security (CSA), Федеральна рада СІО та Європейське агентство мережевої та інформаційної безпеки (ENISA) запропонували стандарти для зовнішнього аудиту «хмарних» провайдерів, але вони значно розрізняються між собою [5].

**Формулювання цілей статті.** Аналіз технологій та бізнес-аналіз відіграють важливу роль у виборі та впровадженні інформаційно-комунікаційних технологій. Мета статті полягає в тому, щоб провести мікроекономічний парадигми хмарних обчислень та встановити, які особливості парадигми хмарних обчислень можуть вплинути на економічний стан підприємств та організацій України.

#### **Основний матеріал дослідження.**

Мікроекономічний аналіз часто починається з аналізу попиту та пропозиції. Наприклад, обчислювальні архітектури можуть здійснити істотний вплив на зниження граничної ціни за одиницю технології, яка буде впливати на ресурси і ціни. У свою чергу, хмарні технології можуть знизити рівноважні ціни на товари і послуги для споживачів та сфери бізнесу. Аналіз хмарних технологій базується на економічних чинниках,

комерціалізації і низькому рівні витрат на впровадження хмарних обчислень, що не завжди враховує всі задачі бізнесу. Зсув кривої попиту може забезпечити економічний прибуток протягом короткострокового періоду, але в залежності від еластичності прибуток може так і не стати стійким.

Однією з основних переваг парадигми хмарних обчислень є швидке надання додаткових ресурсів для обробки і зберігання даних в межах вирішення задачі. Технічно, ця різниця не має значення для малих і середніх підприємств, для виконання таких завдань як, наприклад, підтримка веб-сайту або веб-додатку. Проте, коли масштаб вимог змінюється і збільшується робоче навантаження, динамічне управління стає надзвичайно важливим для великих підприємств.

Слід також взяти до уваги, що архітектура публічної хмари далеко не завжди залишається економічно ефективною при різних розмірах кластерів і частих змінах робочих навантажень. Кількість транзакцій великих компаній часто перевищують обсяг транзакцій провідних хмарних провайдерів. Тобто, переваги хмарних сервісів не є безперервною функцією.

Мікроекономічний аналіз парадигми «хмарних обчислень» потребує аналізу наступних питань:

- Конвертація капітальних витрат на оперативні витрати
- Економія масштабу для малих та середніх підприємств
- Оперативна економія за рахунок балансування різних моделей використання програмних додатків
- Зниження суми комунальних витрат на електроенергію та фізичного розміру приміщень центру обробки даних
- Консолідація і спільне використання ресурсів для обробки і зберігання даних
- Матеріальні та нематеріальні витрати

**Конвертація капітальних витрат на оперативні витрати.** В сфері інформаційних технологій попередні витрати часто оцінюють з використанням капітальних бюджетних моделей, наприклад, моделі чистої приведеної вартості. Чиста поточна вартість проекту (NPV) – визначається як сума приведених вартостей витрат та доходів, пов'язаних з проектом протягом усього часу тривання. Хмарна архітектура надає можливість конвертувати фіксовані капітальні витрати у періодичні, оперативні або змішані витрати. Моделі оцінки витрат для хмари слід розглядати, як модель довгострокової аренды (лізінгу), при цьому включаючи диференціальне фінансування, податкові наслідки, нематеріальні та інші економічні витрати. Одночасно хмарні сервіси здатні знизити як капітальні, так і операційні витрати в сферах (див табл. 1):

*Таблиця 1*

**Оцінка скорочення витрат від хмарних сервісів**

<b>Витрати</b>	<b>IaaS</b>	<b>PaaS</b>	<b>SaaS</b>	<b>Тип витрат</b>
Витрати на системних адміністраторів та керівництвом ними	Вартість забезпечення сервера * кількість серверів, що передаються провайдеру + частина часу керівництва (відносно кількості серверів)	Вартість обслуговування сервера додатків * кількість серверів, що передаються провайдеру + вартість адміністрування БД + частина часу керівництва (відносно кількості серверів)	Вартість адміністрування серверів, що передаються + вартість адміністрування БД + вартість адміністрування додатків+ частина часу керівництва	Регулярні
Підтримка користувачів та обладнання				Регулярні
Супроводження (апгрейд, патчі)				Періодичні
Ліцензії на ПЗ та витрати на підтримку		Вартість ліцензій на ПЗ і на підтримку (25-30% від вартості ліцензій)	Вартість ліцензій на ПЗ і на підтримку (25-30% від вартості ліцензій)	Регулярні
Хостинг	Витрати на збереження серверів та обладнання	Витрати на збереження серверів та обладнання	Витрати на збереження серверів та обладнання	Регулярні

**Економія масштабу для малих та середніх підприємств.** Зниження витрат на одиницю продукції при збільшенні виробництва називається відповідно, економією масштабу. Хмарні обчислення поєднують в собі кращі економічні властивості використання мейнфреймів і моделі «клієнт-сервер». Використання мейнфреймів характеризується значною економією за рахунок масштабу в зв'язку з високими авансовими витратами на мейнфрейми і через необхідність винаймати персонал для управління складними системами. Тільки великі централізовані ІТ-компанії, такі, як хмарні провайдери, мають ресурси і сукупний попит, щоб виправдати такі інвестиції. Оператори великих хмарних центрів обробки даних (ЦОД) можуть отримати знижки на закупки апаратного забезпечення в розмірі до 30%. Це забезпечується за рахунок стандартизації, завдяки обмеженій кількості апаратних і програмних архітектур. За допомогою хмар, гомогенність інфраструктури дозволяє отримати економію від масштабу.

**Оперативна економія за рахунок балансування різних моделей використання програмних додатків.** За рахунок більш оперативного надання сервісів прискорюється впровадження та розгортання додатків (SaaS), їх розробка і тестування. Швидкість допомагає знизити витрати на підключення нових користувачів (масштабування) і на новий функціонал, впроваджуючи технічні інновації швидше за традиційні ІТ-служби.

**Зниження суми комунальних витрат на електроенергію та фізичного розміру приміщень центру обробки даних.** Можливість знизити вимоги до приміщень центрів обробки даних можуть дати значну вигоду як для приватних, так і для державних хмарних провайдерів. Потенціал зниження вимог до площини центру обробки даних, однак, може бути обмеженим для приватних хмарних архітектур. Вимоги до структури та безпеки можуть завадити повторному використанню вільних приміщень ЦОД для альтернативних функцій. Виходом може стати задача в



оренду або консолідація простору центру обробки даних з іншими компаніями, які працюють в сфері ІКТ.

**Консолідація і спільне використання ресурсів для обробки і зберігання даних.** «Multitenant» (мультиарендні) програмні додатки можуть надати більшу економію за рахунок агрегації даних і використання інтелектуального аналізу даних. Замість того щоб зберігати транзакції і дані в декількох різних сховищах даних, які використовують різні схеми та моделі баз даних, в хмарі всі дані для всіх користувачів зберігаються за однією схемою бази даних. Переваги «multitenant» додатків і проміжного програмного забезпечення (middleware) може бути обмежені наявністю і додатковою вартістю ліцензій, збільшенням кількості вразливостей ПЗ і загроз безпеки та складністю налаштування і обслуговування кожного орендаря метаданих. Крім того, «multitenant» додатки і проміжне програмне забезпечення (middleware) можуть також збільшити складність і ризик невдалого оновлення ПЗ, призвести до більш тривалих простоїв, а також ускладнити координацію навчання користувачів між кількома орендарями.

**Матеріальні та нематеріальні витрати.** До таких питань відносяться питання надійності, безпеки та задоволення вимог співробітників компаній. Хмарні провайдери мають в своєму розпорядженні додаткові ресурси, які можуть бути ефективно використані для забезпечення надійності їх роботи. Хмарні провайдери можуть запропонувати потужні механізми забезпечення безпеки (див табл.2.):

*Таблиця 2*

**Оцінка переваг «хмарних» сервісів  
(матеріальні, нематеріальні переваги)**

<b>Переваги</b>	<b>IaaS</b>	<b>Paas</b>	<b>SaaS</b>	<b>Тип витрат</b>
Швидкість (за рахунок скорочення	Витрати на введення в експлуатацію	Витрати на введення в експлуатацію	Витрати на впровадження та розгортання	Періодичні



часу впровадження і розробки)	обладнання для розробки та тестування	середовища розробки та тестування	додатків	
Продуктивність роботи користувачів	Скорочення часу обробки інцидентів та змін	Скорочення часу обробки інцидентів та змін	Скорочення часу обробки інцидентів та змін	Регулярні
Надійність (за рахунок скорочення часу обробки інцидентів)	Скорочення періоду непрацездатності обладнання, вартості простою обладнання	Скорочення періоду непрацездатності платформи, вартості простою платформи	Скорочення періоду непрацездатності ІС, вартості простою ІС	Регулярні
Покращення безпеки	Витрати на забезпечення безпеки власних сервісів	Витрати на забезпечення безпеки платформи	Витрати на забезпечення безпеки ІС	Регулярні

Витрати на оплату праці працівників при переході на «хмарну архітектуру» можуть дещо зменшитися, але вони повинні бути ретельно проаналізовані, щоб визначити, чи є ці витрати диференційованими. Мікроекономічні моделі управління ресурсами, зокрема, теорія граничної продуктивності та попиту на ресурси стверджують, що відносно поєднання капіталу і робочої сили буде оптимальним, якщо відношення граничного фізичний продукту капіталу (MPPC) щодо граничних витрат ресурсів капіталу (MRCC) дорівнює граничному фізичному продукту праці (MPPL) в порівнянні з його граничними витратами ресурсів робочої сили (MRCL). З мікроекономічної точки зору скорочення персоналу і витрат на нього є позитивним ефектом. Таким чином, важливо правильно визначити чисту економію праці, яка з'являється завдяки мікроекономічним перевагам парадигми хмарних обчислень.

### **Висновки.**

За допомогою методів мікроекономічного аналізу автором проаналізовано витрати і переваги, фактори чутливості (ціна, дохід і заміщення) парадигми хмарних обчислень та її впливу на економічний стан середніх та малих підприємств. Аналіз переваг хмарних технологій показує помилковість ствердження того, що хмари забезпечать економію

витрат на ІТ. Така економія є можливою, але вона не є обов'язковим атрибутом хмарних технологій. Впровадження хмарної технології у багатьох випадках вимагає значних інвестицій. Аналіз показує, що основний вигаш від хмарних технологій полягає в можливості більш ефективно розподіляти ресурси. Іншими словами, головним стимулом до впровадження хмарних обчислень має бути не економія грошових коштів, а можливість швидкої адаптації і динамічної масштабованості, що дозволить підвищити швидкість впровадження нових сервісів, та розвиток інноваційних технологій.

Дослідження хмарних сервісів та парадигми хмарних обчислень як економічних явищ є важливим не тільки тому, що вони являють собою потужний ресурс підвищення ефективності роботи окремо взятих підприємств і компаній, а також і з причин, що їх виникнення стало важливим індикатором розвитку інформаційного суспільства. По ньому ми можемо судити про фундаментальні тенденції майбутніх зрушень на макроекономічному рівні.

### **Література**

1. Symantec : Protecting a Cloudier Future. Market Report. November 2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white\\_papers/esg-protecting-a-cloudier-future.en-us.pdf](http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white_papers/esg-protecting-a-cloudier-future.en-us.pdf);
2. Harms, R. & Yamartino «The Economics of a Cloud». (2012). [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.microsoft.com/en-us/news/presskits/cloud/docs/the-economics-of-the-cloud.pdf>
3. Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D., Patel, Parveen. «The Cost of a Cloud: Research Problems in Data Center Networks». (2009). ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 68(1).
4. Johnson, D. «Cloud Computing - The Oath to Increased Efficiencies and Cost Savings for Government Agencies». (2013). [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

[http://www.cristie.co.uk/media/2136/wpcloud\\_computing\\_increased\\_performance.pdf](http://www.cristie.co.uk/media/2136/wpcloud_computing_increased_performance.pdf)

5. Скарлетт К. «Облачные стандарты: средства взаимодействия приложений в облаке» (2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-tools-to-ensure-cloud-application-interoperability/index.html>

### **References**

1. Symantec : Protecting a Cloudier Future. Market Report. November 2012. [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu: [http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white\\_papers/esg-protecting-a-cloudier-future.en-us.pdf](http://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white_papers/esg-protecting-a-cloudier-future.en-us.pdf);
2. Harms, R. & Yamartino «The Economics of a Cloud». (2012). [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu : <http://www.microsoft.com/en-us/news/presskits/cloud/docs/the-economics-of-the-cloud.pdf>
3. Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D., Patel, Parveen. «The Cost of a Cloud: Research Problems in Data Center Networks». (2009). ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 68(1).
4. Johnson, D. «Cloud Computing - The Oath to Increased Efficiencies and Cost Savings for Government Agencies». (2013). [Elektronniy resurs]. - Rezhim dostupu: [http://www.cristie.co.uk/media/2136/wpcloud\\_computing\\_increased\\_performance.pdf](http://www.cristie.co.uk/media/2136/wpcloud_computing_increased_performance.pdf)
5. Skarlett K. «Oblachnyie standartyi: sredstva vzaimodeystviya prilozheniy v oblake» (2016) [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-tools-to-ensure-cloud-application-interoperability/index.html>