

3. *Долінський Л.Б.* Фінансова математика: Навч. посіб. — К.: КНЕУ, 2009. — 256 с.
 4. *Кошечкин С.А.* Концепция риска инвестиционного проекта. <http://www.cfin.ru/finanalysis/koshechkin.shtml>
 5. *Наконечный С.И., Терещенко Т.О., Романюк Т.П.* Економетрія: Підручник. — К.: КНЕУ, 2004. — 520 с.
 6. *Платонов А.М., Корж Д.В.* Применение теории нечетких множеств, при оценке эффективности проектов. http://www.zulanas.lt/images/adm_source/docs/2Platonov_paperRUS.pdf
 7. *Савчук Т.В.* Прибуток до вирахування фінансових витрат та податків: економічний зміст і методика розрахунку у вітчизняній практиці // Механізм регулювання економіки. — 2010. — №1 (53). — С. 23—26.
 8. *Nedosekin A.* Fuzzy Financial Management — Moscow: AFA Library, 2003. — 184 с. http://sedok.narod.ru/s_files/Book_AFA.zip
 9. Офіційний сайт Державної установи «Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України» <http://www.smida.gov.ua>
- Стаття надійшла до редакції 22.05.2012 р.

УДК 330.46

О.Є. Камінський, канд. екон. наук, доц. кафедри ІМ,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ КОРПОРАТИВНИХ ПРОГРАМНИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ ПЕРЕХОДУ НА ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто використання методики *Analytic Hierarchy Process* для оцінки придатності корпоративних програмних застосувань для роботи в хмарі, запропоновано покроковий підхід для визначення придатності корпоративних застосувань для роботи в хмарі, ґрунтуючись на методиці *Analytic Hierarchy Process* (АНР).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інформаційні технології, комп'ютерні послуги, хмарні обчислення, центри даних, *Analytic Hierarchy Process*.

ANNOTATION. In the article the use of method of *Analytic Hierarchy Process* is examined, because estimation of fitness of corporate programmable applications for work in a cloud, incremental approach is offered for determination of fitness of corporate applications for work in a cloud, based on the method of *Analytic Hierarchy Process* (АНР).

KEYWORDS: information technologies, computer services, cloudy computing, centers of information, *Analytic Hierarchy Process*.

Постановка проблеми. Сучасні кризові явища в економіці ставлять нові вимоги до управління підприємствами в Україні, зокрема, необхідність скорочення витрат на ІТ. Організації вимушені миритися з високою собівартістю адміністрування і величезними капітальними витратами на системи, які залишаються значною мірою невикористаними, що неминує знижує рентабельність інвестицій. Для подолання цих проблем необхідним є впровадження нового покоління центрів обробки даних, в яких архітектурна концепція дозволить структурно зменшити витрати на обчислювальні потужності, ресурси зберігання даних і мережеві ресурси, що можливо досягнути, використавши концепцію «хмарних обчислень».

Для забезпечення соціально-економічної ефективності і конкурентоспроможності України, її успішної європейської та світової інтеграції згаданий підхід слід використовувати в процесі інформатизації всіх без винятку підсистем українського суспільства, передусім економіки, де ідеї і технології хмарні обчислення мають стати предметом пріоритетного вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Так, за даними Центру економічних та бізнес-досліджень, перехід на «хмарні» сервіси створить 2,4 млн робочих місць по всій Європі, включаючи Україну, та зекономить €763 млрд у перспективі на 5 років [1].

У опублікованому в грудні 2010 р. звіті Центр економічних і бізнес-досліджень (CEBR) стверджує, що до 2015 р. завдяки хмарним обчисленням економіка розвинених європейських країн отримуватиме додатково по 177,3 млрд євро в рік. Звіт, підготовлений за замовленням, став першою у своєму роді оцінкою значення освоєння Cloud computing на макроекономічному рівні для п'яти найбільших економік Європи [2].

Однак, не зважаючи на зростаючу кількість досліджень у даному напрямку, питання впровадження хмарних обчислень в ІТ-сфері України, та економічних наслідків такого впровадження, у вітчизняній економічній науці поки що не були достатньо опрацьовані.

Існують різні аспекти (з точки зору бізнесу, технології, економіки), які можуть сильно впливати на загальний успіх переходу до хмарних обчислень на підприємстві, тому неіснує єдиної методики такого переходу. Кожне підприємство повинне оцінити свій набір використовуваних застосувань, ґрунтуючись на своїх власних бізнес-вимогах, технологічній стратегії і готовності ризикувати. Перед ухваленням рішення про перехід до хмарних об-

числень необхідно провести наступні заходи: оцінити різні конкуруючі пріоритети компанії, на основі бізнес-пріоритетів і технічної можливості ідентифікувати застосування і сервіси, які підходять до міграції в хмарне середовище, розставити пріоритети для корпоративних застосувань і сервісів, визначити ризики такого переходу.

Мета статті. У даній статті автором пропонується підхід до оцінки набору корпоративних програмних додатків для визначення їх придатності для подальшої роботи в «хмарі». Підхід заснований на методиці Analytic Hierarchy Process (АНР). АНР — це структурована методика ухвалення складних рішень, що допомагає користувачеві замість пошуку «правильного» рішення виділити «краще» рішення для своєї проблеми, ситуації і параметрів [3].

Методика влаштована просто:

1. Розкласти проблему на ряд простих для розуміння підпроблем. Вітається будь-яка вхідна інформація (будь то точні таблиці даних або грубі припущення), якщо вона має відношення до даної ситуації.

2. Оцінити елементи, порівнюючи їх кожен з кожним попарно. Це можна зробити, використовуючи конкретні факти або думки, — вам потрібно оцінити відносну важливість кожного елементу.

3. Призначити числове значення кожній оцінці, що дозволить порівнювати елементи один з одним упродовж всього життєвого циклу процесу вирішення проблеми.

4. Розрахувати для кожного альтернативного вирішення числові пріоритети; вони представляють відносну здатність кожної альтернативи досягти поставленої мети.

Оскільки загальні принципи всіх хмарних систем однакові, ця методика має бути корисною незалежно від вибраної підприємством хмарної платформи (або платформ).

Матеріали і результати досліджень. Оціночний підхід базується на багатовимірній статистичній оцінці, корпоративні програмні додатки розглядаються в трьох вимірах:

- Бізнес-цінність. Яку бізнес-цінність може отримати організація, перемістивши програмний додаток у хмару?

- Технічна можливість. Чи реально перенести програмний додаток у хмару?

- Міра ризику. Який ризик перенесення програмного додатку в хмару?

Кожен з цих вимірів має вирішальне значення для ухвалення позитивного або негативного рішення відносно перенесення про-

грамних застосувань у хмару. Наприклад, застосування може отримати високі оцінки по бізнес-цінності і технічній можливості, але воно може не бути хорошим кандидатом на перенесення в хмару, якщо рівень ризику перевищує допустимий для конкретного підприємства.

Оцінка застосування в кожному з цих вимірів є *багатофакторним аналізом рішень* (multi-criteria decision analysis — MCDA); АНР — це один з методів, використовуваних в MCDA. АНР включає розробку різних альтернатив на основі різних критеріїв, причому деякі з них можуть конфліктувати з іншими альтернативами, а деякі мають протилежну природу (якісно або кількісно) або протилежний вплив (позитивне або негативне) на загальну застосовність [3].

Методи, використовувані в АНР, визначають відносний пріоритет для даного набору критеріїв за певною шкалою. У порівнянні з багатьма іншими MCDA-методами АНР має ряд переваг:

- АНР надає комплексну структуру для комбінування кількісних і якісних критеріїв у процесі ухвалення рішень;
- АНР надає можливість оцінити несуперечність у процесі табличного аналізу; це сприяє усуненню аномалій і підвищенню об'єктивності.

Варто також відзначити, що з процесу оцінки із самого початку виключаються ті застосування, які явно не підходять для роботи в хмарі. Внутрішні і зовнішні програмні застосування розділяються і оцінюються окремо, оскільки мають різну природу і значення. Внутрішні програмні застосування — це застосування, доступ до яких здійснюється лише усередині підприємства і які захищені мережевим екраном; до зовнішніх програмних застосувань можна звернутися і в обхід мережевого екрану. Аргументом на користь того, що кожен тип застосувань заслуговує на окремий розгляд, є той факт, що питання безпеки набагато актуальніші для зовнішніх застосувань, чим для внутрішніх.

Процес використання АНР для оцінки придатності застосувань для роботи в хмарі складається з кількох етапів (або кроків). До них відносяться:

- визначення ієрархії критеріїв;
- визначення пріоритету критеріїв;
- оцінка застосування по набору критеріїв;
- обчислення загальної АНР-оцінки.

Кожен з представлених вимірів (бізнес-цінність, технічна можливість і міра ризику) має кілька критеріїв; вони у свою чергу можуть мати кілька рівнів модульних підкритеріїв (рис. 1).

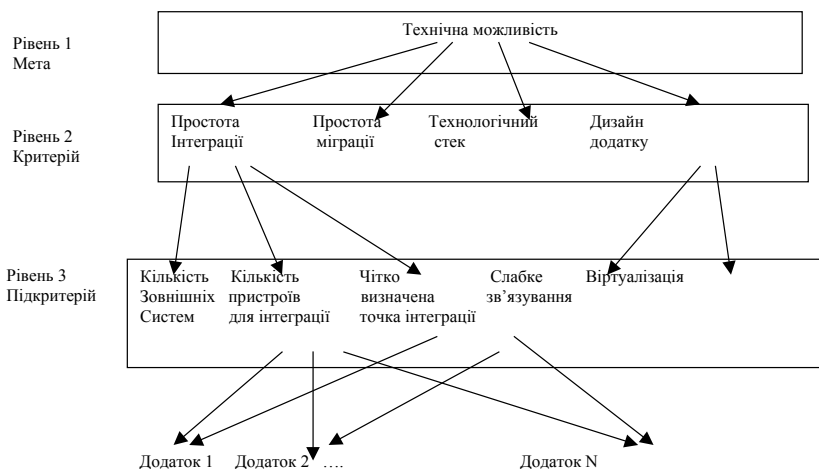


Рис. 1. Схематичне представлення методики АНР для оцінки технічної можливості роботи в «хмарі»

Критерії, що належать різним вимірам, структуровані в ієрархію рівнів відповідно до концепції АНР. На рис. 1 показано ієрархічну структуру для оцінки технічної можливості.

Критерії і підкритерії можуть бути як кількісними, так і якісними. Наприклад, «Кількість зовнішніх систем» — це кількісний критерій, тоді як «Чітко певна точка інтеграції» — якісний.

Кластер критеріїв і їх підкритеріїв називається **групою критеріїв**. Наприклад, на рис. 1 критерій «Дизайн застосування» і два його підкритерія «Слабке зв'язування» і «Віртуалізація» належать одній і тій же групі, що складається з трьох елементів.

У табл. 1 представлено приклад списку ієрархії критеріїв оцінки для всіх трьох вимірів, свого роду дерево критеріїв. Хоча критерії і підкритерії загального характеру можна використовувати повторно, деякі критерії необхідно набудовувати відповідно до контексту підприємства.

Таблиця 1

ІЄРАРХІЯ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВСІХ ТРЬОХ ВИМІРІВ

Ціль (рівень 1)	Критерії (рівень 2)	Підкритерії (рівень 3)
Бізнес-цінність	Час виходу на ринок	—

Закінчення табл. 1

Ціль (рівень 1)	Критерії (рівень 2)	Підкритерії (рівень 3)
	Вартість міграції	—
	Критичність для бізнесу	—
	Економія коштів	Затрати на обслуговування обладнання Затрати на обслуговування ПЗ Вартість енергії Адміністративні витрати Вартість придбання ПЗ Вартість придбання обладнання
Ступень ризику	Незавершенність	Нечітка ліцензія Відсутність стандартів Нечітка модель оплати за використання
	Втрата керованості	Відсутність керівництва Невідповідність корпоративній політиці
	Невиконання SLA	—
	Відповідність нормативним документам	—
	Проблеми безпеки	Захист даних Відсутність аудиту
Технічна можливість	Простота інтеграції	Кількість зовнішніх систем Кількість пристроїв для інтеграції Чітко визначена точка інтеграції
	Простота міграції	Непропістарний код Функціональна складність Розмір додатку Розмір бази даних
	Технологічний стек	Середовище виконання База даних Операційна система
	Дизайн додатку	Дизайн на базі сервісів Використання віртуалізації

Розглянемо використання технічних критеріїв і підкритеріїв, аби продемонструвати дії, що використовуються при оцінці технічної можливості для трьох прикладів застосувань. По-перше,

це визначення пріоритету критеріїв. Різним критеріям привласнюються відносні пріоритети від 1 до 9 відповідно до АНР-показників (табл. 2).

Таблиця 2

**АНР-ПОКАЗНИКИ ПРІОРИТЕТІВ КРИТЕРІЇВ
(ВІД 1 ДО 9, ШКАЛА ДЛЯ ПОПАРНОГО ПОРІВНЯННЯ)**

Інтенсивність	Визначення	Пояснення
1	Однакова важливість	Два елементи однаково беруть участь в досягненні мети
3	Помірна важливість	Один елемент трохи переважно іншого
5	Серйозна важливість	Один елемент переважно іншого
7	Дуже важливий	Один елемент набагато переважно іншого
9	Надзвичайна важливість	Один елемент надзвичайно переважно іншого
2, 4, 6, 8	Проміжні значення	

Спочатку визначаються пріоритети для критеріїв, а потім для індивідуальних підкритеріїв кожного критерію. Сума пріоритетів індивідуальних критеріїв у певному рівні нормується на одиницю. Підкритерій має як локальний, так і глобальний пріоритет. Глобальний пріоритет — це похідний його власного пріоритету (локальний пріоритет) і пріоритету батьківського критерію. Таким чином, глобальний пріоритет критерію «Кількість зовнішніх систем» є похідним його локального пріоритету і пріоритету критерію «Простота інтеграції». У табл. 3 приведено оцінку відносного пріоритету для технічного критерія першого рівня.

Таблиця 3

**ОЦІНКА ВІДНОСНОГО ПРІОРИТЕТУ; РОЗРАХУНОК ПРІОРИТЕТУ
ДЛЯ КРИТЕРІЮ**

Технічна можливість	Простота інтеграції	Простота міграції	Технологічний стек	Дизайн програмного застосування	Пріоритет
Простота інтеграції	1	1	0,5	0,2	0,1075

Технічна можливість	Простота інтеграції	Простота міграції	Технологічний стек	Дизайн програмного застосування	Пріоритет
Простота міграції	1	1	0,33	0,2	0,0989
Технологічний стек	2	3	1	0,33	0,2304
Дизайн програмного застосування	5	5	3	1	0,5633
Коефіцієнт несуперечності					0,0127

Усі діагональні елементи матриці дорівнюють 1 (елементи порівнюються самі з собою). Порівняння виконані лише у верхньому трикутнику матриці; значення в нижньому трикутнику матриці еквівалентні значенням у верхньому трикутнику. Наприклад, важливість технологічного стека в два рази більше простоти використання. Згідно методології АНР розраховується список відносних пріоритетів і коефіцієнт несуперечності. Коефіцієнт несуперечності допомагає оцінити несуперечність парного порівняння. Аналогічно, для всіх критеріїв і підкритеріїв розраховується відносний пріоритет. Глобальний пріоритет підкритерію є похідним його локального пріоритету і батьківського пріоритету. Таким чином, для критерію «Кількість зовнішніх систем» глобальний пріоритет дорівнює похідній його локального пріоритету і пріоритету критерію «Простота інтеграції».

Далі розглянемо оцінку корпоративного додатку по кількісному і якісному критеріях. При оцінці застосування по кількісному критерію додатки порівнюються один з одним із врахуванням кількісного значення критерію:

1. Бал застосування по критерію, що має позитивний ефект, розраховується шляхом нормування значень на одиницю. Для ряду чисел K_i , $i=1 \dots n$ нормоване значення $K_{in} \in K_i$, що ділиться на суму всіх подальших чисел у наборі. $K_{in} = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K}$.

2. По критерію, що має негативний ефект, відносний бал застосування розраховується шляхом визначення зворотних значень і подальшій їх нормалізації. Зворотне значення — це мультиплікативна інверсія числа; зворотне значення числа x рівне $1/x$.

Для якісного критерію відносний бал застосування розраховується шляхом попарного порівняння з використанням АНР-показників (від 1 до 9). Процес аналогічний визначенню пріоритетів для критерію.

Загальний АНР-бал застосування для виміру розраховується як сума твору його відносного пріоритету по кожному критерію і відносного пріоритету відповідного критерію. На рис. 2 запропоновано формулу:

$$B_k = \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^{N_i} (P_i) * (p_{ij}) * (B_{ijk}).$$

Рис. 2. Формула для обчислення загального АНР-балу

У цій формулі:

- B_k — АНР-балл для k -го застосування;
- G — число груп критеріїв;
- N_i — число елементів в i -ой групі критеріїв;
- P_i — значення пріоритету i -ой групи критеріїв;
- p_{ij} — значення пріоритету j -го критерію, що належить i -ой групі критеріїв;
- B_{ijk} — бал порівняння k -го застосування по j -му критерію в i -ой групі критеріїв.

Тепер розглянемо високорівневий перелік дій, які потрібно виконати при використанні АНР методики для оцінки придатності набору корпоративних додатків для роботи в хмарному середовищі:

1. Визначення ієрархії критеріїв:
 - 1.1. Визначення ієрархії критеріїв для кожного виміру.
 - 1.2. Налаштування ієрархії на корпоративний контекст.
2. Визначення пріоритету критеріїв:
 - 2.1. Визначення відносної важливості одного критерію у порівнянні з іншим шляхом попарного порівняння.
 - 2.2. Визначення локального пріоритету для всіх критеріїв.
 - 2.3. Визначення глобального пріоритету для всіх підкритеріїв.
3. Визначення балу застосування для критеріїв:
 - 3.1. Визначення відносної придатності застосувань-кандидатів по кожному критерію шляхом попарного порівняння.
 - 3.2. Визначення відносного балу застосувань-кандидатів по кожному критерію.
 - 3.3. Для критеріїв з негативним ефектом використовувати зворотне значення для визначення балу.

4. Визначення АНР-балу:

4.1. Визначення загального АНР-балу для застосувань-кандидатів за допомогою формули, приведеної на рис. 2.

Після виконання АНР-оцінки для всіх трьох вимірів бали застосувань потрібно співставити в матриці рішень. Група у верхній частині матриці найбільш підходить для розгортання в хмарі; кожна подальша група менш придатна для міграції в хмару. Матриця дасть цілісне уявлення про результати перенесення в хмару різних корпоративних застосувань для різних вимірів і допоможе в ухваленні обґрунтованого рішення.

ПРИКЛАД МАТРИЦІ РІШЕНЬ ПРО ПРИДАТНІСТЬ

Бал застосування: Бізнес-цінність	Бал застосування: Технічна можливість	Бал застосування: Міра ризику	Придатність
Висока	Висока	Низька	Личать по всіх вимірах. Застосування цієї групи більш всього важлива для перенесення в хмару; їх бал позитивний по всіх вимірах.
Низька	Низька	Висока	Не личать ні по одному виміру. Застосування цієї групи краще всього залишити «як є»; їх бал не підходить ні по одному виміру.

Висновки. Оскільки хмарні обчислення привносять певні проблеми і ризики, кожне підприємство, перш ніж «вирушати в хмари», повинно оцінити свій набір програмних застосувань, ґрунтуючись на своїх бізнес-вимогах, технологічній стратегії і готовності ризикувати. Розглянувши процес оцінки, що включає багато конкуруючих критеріїв з різною природою, ефектами і пріоритетами, можна рекомендувати вживання багатовимірного статистичного підходу з використанням Analytic Hierarchy Process (АНР) для аналізу корпоративних програмних рішень, які можна перенести в хмару.

Література

1. Federico Eto «The economics of cloud computing, 25 Feb 2010» — University of Venice // VOX [Електрон. ресурс]. — <http://vox.cepr.org/index.php?q=node/4671>

2. Hamm, Steve «Cloud computing's big bang for business», Business Week. — 2009. — June 15. — P. 42—44.

3. Thomas L. Saaty. How to make and justify a decision: the analytic hierarchy process (AHP). Part 1. Examples and Applications // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2002. — № 1. — С. 95—108.

Стаття надійшла до редакції 13.11.2012 р.

УДК 330:51(075) + 519.86

Ю.В. Коляда, канд. фіз.-мат. наук, доц.,
А.О. Харламов, аспір. кафедри економ.-мат. моделювання,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

АДАПТИВНА МОДЕЛЬ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ

АНОТАЦІЯ. Наявні в літературі математичні моделі економічної динаміки розподілено на 3 групи, дотримуючись принципу вкладених відрізків — кожна наступна охоплює попередню. Співставляються результати моделювання з використанням моделей кожної групи, аналіз яких сприяє формуванню нових вимог для дієвого прогнозування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: банківський механізм, адаптивна точкова модель, нелінійна динаміка, комп'ютерне дослідження.

АННОТАЦИЯ. Имеющиеся в литературе математические модели экономической динамики распределены на 3 группы, придерживаясь принципа вложенных отрезков — каждая следующая охватывает предыдущую. В статье сопоставляются результаты моделирования с использованием моделей каждой группы, анализ которых способствует формированию новых требований для действенного прогнозирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: банковский механизм, адаптивная точечная модель, нелинейная динамика, компьютерное исследование.

ANNOTATION. In this paper, adaptive models (systems of first-order nonlinear ordinary differential equations) are proposed. Mathematical models of economic dynamics divided into 3 groups based on sequence of nested intervals. The results of computer simulation of each group are compared. The analysis of these results helps in creation of new requirements for effective forecasting.

KEYWORDS: banking mechanism, point model, nonlinear dynamics, computer analysis.