

УДК 004:371.213.8

О.В. Дорохов

Харківський національний економічний університет, Харків

## КРИТЕРІЇ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*В конкурентних ринкових умовах впровадження та використання інформаційних технологій стає суттєвим фактором успішної комерційно-виробничої діяльності. При цьому важливо визначити ефективність використання інформаційних систем та їх компонент. Для цього необхідно виділити набір відповідних критеріїв, застосувати адекватні засоби й моделі їх порівняння та аналізу. Зокрема, пропонується використання методів багатокритерійного оцінювання та підходів на основі теорії нечітких множин.*

**Ключові слова:** багатокритерійне оцінювання, нечіткі множини, ефективність інформаційних систем.

### Вступ

**Інформаційні технології як засіб підвищення конкурентоспроможності бізнесу.** В теперішній час в Україні, незважаючи на загальносвітову економічну кризу, продовжується розвиток ринку інформаційних систем та послуг.

Вони впроваджуються як у зновстворених підприємствах, так і при модернізації вже існуючих структур, об'єктів і систем виробництва, дистрибуції, торгівлі та сервісу.

Необхідність моделювати та забезпечувати знов проєктовані бізнес-процеси вимагає впровадження відповідних засобів програмного й апаратного забезпечення, а також застосування, розвитку та модернізації традиційних бізнес-моделей в умовах різкого загострення конкуренції на ринках товарів та послуг.

**Аналіз досліджень та публікацій щодо стану, перспектив та завдань використання інформаційних систем суб'єктами бізнесової діяльності.** Повсюдне впровадження інформаційних систем класу ERP (Enterprise Requirements Planning) забезпечує якісно новий рівень управління соціально-економічними процесами та їх компонентами.

Однак при різкому зростанні попиту на інформаційні технології значна вартість пропонованих на ринку рішень часто стримує їх впровадження, особливо для малого й середнього бізнесу, підприємств сфери обслуговування, бюджетних, некомерційних та громадських організацій [1 – 4].

Сучасні інформаційні системи (як ті що вперше розробляються, так і при впровадженні й модернізації) повинні бути легко масштабованими та налаштованими, підтримувати роботу мультимедійних мереж і баз даних, підтримувати інноваційні стандарти управління, включаючи мережеві можливості, інтернет технології, базуватися на загальноновизнаних прийомах розробки, тестування, впровадження, супроводу й сервісного обслуговування, спиратися на відповідне програмне, апаратне, кадрове й документальне забезпечення.

Для багатьох суб'єктів господарської діяльності інформаційні технології стають не тільки витратною частиною, елементом забезпечення їх комерційно-виробничого функціонування, але й починають приносити прямі прибутки в бюджет організації (підприємства), стають важливими інвестиційними активами, що визначають ринкову вартість компанії, її конкурентоспроможність на ринку, рівень котирування її акцій, імідж і престиж серед клієнтів, споживачів, партнерів.

При цьому безпосередні розрахунки, пряме грошове визначення фінансово-економічної, технологічної, організаційної, комерційної ефективності впровадження (модернізації) інформаційних систем на підприємствах залишається вельми непростою, неоднозначною й багатоконпонентною задачею.

Складність її вирішення викликана низкою специфічних особливостей і причин. Зокрема, на практиці реальні відчутні господарчі результати використання інформаційних технологій з'являються не зразу після їх впровадження, а лише через певний проміжок часу, іноді досить тривалий.

Інша особливість полягає в тому, що досягнуті завдяки інформаційним технологіям реальні зміни у внутрішніх бізнес-процесах підприємств і досягнуті ними відповідні комерційні результати мають суб'єктивний характер.

Для них зазвичай вкрай складно, а іноді – взагалі неможливо отримати адекватні оцінки ефективності в загальноприйнятому фінансовому, грошовому, числовому виразі. Таким чином, шукана ефективність використання інформаційних технологій в певній мірі приймає суб'єктивний, умовний, узагальнений характер.

Достатньо важливим фактором є також певні негативні особливості українського бізнес-менталітету, співвідношення та система цінностей, котрими керуються керівники, менеджери та інші особи, котрі приймають техніко-економічні й організаційно-соціальні рішення на вітчизняних підприємствах і організаціях.

Мається на увазі відношення до людського фактору, зокрема, незначна увага до економії робочого часу, матеріального стимулювання, умовам праці персоналу, санітарно-гігієнічним нормам та умовам роботи співробітників.

В той же час в нашій країні резервів ефективного використання інформаційних систем значно більше, ніж в високоіндустріальних економіках, внаслідок первісного значно більш низького рівня їх впровадження та застосування.

Складність оцінки й моніторингу ефективності застосування інформаційних систем полягає також в тому, що часто вони вдосконалюють саме проміжні, внутрішньовиробничі компоненти комерційно-виробничої діяльності, котрі, в свою чергу, лише опосередковано та з відчутною часовою затримкою впливають на кінцеві фінансово-економічні результати роботи підприємства.

**Формулювання цілей статті.** Відповідно до вищевикладеного, ціллю статті є визначення напрямків і методологічних підходів до розробки й застосування адекватних методик оцінки інформаційних систем, котрі дозволять виявити, візуалізувати, чисельно розрахувати, кількісно відстежити їх кінцеву ефективність і результативність.

При цьому необхідно розглядати впровадження та розвиток інформаційних систем з широкої точки зору – забезпечення якісних, довгострокових стратегічних конкурентних переваг, а не лише у вузькому фінансовому сенсі (грошова виручка).

Доцільність та ефективність впровадження сучасних інформаційних систем також залежить від цілей, вирішення котрих необхідно підприємству. Коли ставляться довгострокові системні цілі – це є доцільним. Якщо ж передбачаються лише прості, відокремлені операції для оптимізації лише окремих бізнес-процесів, тоді достатніми є відносно прості, автономні, більш спеціалізовані програмні пакети й компоненти.

Враховуючи все це, завдання адекватної формалізованої оцінки ефективності впровадження і використання інформаційних систем та технологій в виробничій і комерційній діяльності підприємств є актуальною та складною задачею.

## Основна частина

**Методи і моделі визначення ефективності використання інформаційних систем.** Аналіз літератури та практичного стану питання показує, що до теперішнього часу вітчизняні та закордонні вчені напрацювали різноманітні підходи до оцінки, в тій чи іншій формі, результатів впровадження інформаційних систем. Кожному з них притаманні певні переваги, недоліки, особливості застосування, обсяг необхідних вхідних даних, рівень обґрунтованості, глибини, достовірності результатів.

При цьому загально визнаним є розподіл про-

понованих методів і моделей на якісні, фінансово-економічні та статистико-ймовірнісні.

Кожна з цих груп має як сильні, так і слабкі сторони, і її застосування доцільне у відповідних умовах з урахуванням поставлених завдань, наявних ресурсів, вимог до отримуваних рішень.

Так, врахування лише фінансово-економічних показників залишає без уваги довгострокові організаційні, інфраструктурні, соціально-психологічні і їм подібні результати.

Ймовірно-статистичні підходи й методи передбачають і вимагають наявності достовірних вхідних даних, однак необхідні значні за обсягами масиви інформації, особливо, якщо це стосується компанії-конкурентів, стану ринків, переваг споживачів, часто є недосяжними. Збір статистики стає важко-виконуваною, громіздкою, затратною за фінансовими, часовими, людськими ресурсами, задачею, особливо для вузьких, специфічних галузей бізнесу й господарської діяльності. Труднощі виникають внаслідок необхідності прогнозування в умовах нерепрезентативності вибірок, невпевненості в справедливості окремих наявних оцінок.

В таких умовах достатньо прийнятними стають якісні методи, а найбільш правильним рішенням – їх сполучення з сучасним математичним апаратом, здатним адекватно відобразити невизначеності ринку, споживачів і клієнтів, недостатність статистичної інформації, нечислові, нечіткі поняття й оцінки. Серед них – нейронні мережі, мурашині й генетичні алгоритми, нечітко-множинні підходи.

Доцільність та можливість застосування, зокрема, апарата теорії нечітких множин визначається тим, що результативність впровадження і використання інформаційних систем значною мірою вимірюється опосередковано, суб'єктивно, індивідуальними експертними оцінками, коли зміни оцінок від негативних до позитивних носять безперервний характер. В той же час нечітке моделювання дозволяє формалізувати і отримати числову інтерпретацію нечітких, лінгвістичних понять й оцінок для подальшої їх обробки та подальшого прийняття необхідних організаційно-управлінських та комерційних рішень.

Суттєвою перевагою застосування теорії нечітких множин останнім часом стала поява достатньої кількості спеціалізованого програмного забезпечення, що зробило можливим розробку і практичне застосування нечітких моделей безпосередньо самими керівниками підприємств, топ-менеджерами, іншими особами, що приймають рішення. Серед таких засобів моделювання слід перш за все назвати компонент Fuzzy Toolbox пакету Matlab, середовище Fuzzytech, програми FuziCalc і CubiCalc, ряд фазнадбудов для Excel і інші.

**Нечітко-множинні підходи й критерії оцінки корпоративних інформаційних систем.** Як обґрунтовано вище, прямі фінансові результати від засто-

сування інформаційних технологій і систем є лише частиною загального господарського, економічного ефекту.

При цьому лише деякі аспекти ефективності впровадження можуть бути прямо, безпосередньо визначені та обраховані кількісно, навпаки, значна частина показників носить якісний, недовизначений, нечіткий, лінгвістичний характер.

Тому при використанні нечітко-множинного підходу до визначення інтегральної ефективності доцільно структурувати очікувані результати на декілька груп. В одну з них входять прямі економічні результати, які добре піддаються розрахунку та вимірюванню (видатки, прибуток і тому подібні).

Іншу складають більш складні фінансові ефекти, які погано піддаються прямому, безпосередньому вимірюванню та фіксації (наприклад, зміни вартості акцій, основних фондів компанії, різноманітні ризикові складові).

Окремо слід виділити інформаційні компоненти. Сюди можна віднести складноформалізовані результати, прямо пов'язані з впровадженням інформаційних технологій (прогнозування продажів, автоматизація складського обліку й управління попитом, підтримуючі інтернет – технології).

Нарешті, присутні соціально-орієнтовані результати, що стосуються як персоналу самого підприємства, так і оточуючого середовища (клієнтів, замовників, конкурентів, роздрібних покупців).

В процесі створення нечітких моделей для оцінки ефекту від впровадження й використання інформаційних систем можна виділити декілька етапів. На першому визначаються основні задачі й цілі впровадження системи, очікувані результати за окремими складовими як в числовому, так і в інших вимірах. Далі необхідно відібрати критерії оцінювання результатів (визначити засоби їх формалізації, накопичити можливі статистичні дані за обраними параметрами). При цьому слід розподілити критерії на фінансово-економічні показники діяльності підприємств, множину технічних, вартісних, експлуатаційних показників розглянутої інформаційної системи, а також набір критеріїв для порівняльної оцінки цих показників.

Наступним етапом є безпосередньо експертне оцінювання. При цьому особливу увагу слід звернути на вибір, формування груп експертів, умови репрезентативності відповідних вибірок і інші засоби забезпечення достовірності й обґрунтованості результатів. Для різних груп критеріїв необхідно проводити окремі експертні дослідження з різноманітними групами опитуваних, це також залежить від спрямованості вирішуваних дослідженою інформаційною системою завдань.

Отримані експертні оцінки необхідно обробити. Для цього можна використати ряд методів багатокритеріального вибору та аналізу альтернатив, в тому числі, тих, що спираються на теорію нечітких

множин. В такому випадку створюється відповідна модель, котра включає базу правил нечіткого логічного висновку, набір функцій приналежності (котрі відбивають критерії оцінювання, що розглядаються) з відповідними лінгвістичними термами, а також алгоритми безпосередньо самого логічного висновку. Така модель може бути легко реалізована в згаданих вище спеціалізованих пакетах для нечіткого моделювання.

На завершення, з моделлю здійснюються обчислювальні експерименти та, після її корегування в разі необхідності, ми отримуємо практичний інструмент для прийняття управлінських рішень і оцінювання перспективності використання інформаційної системи на підприємстві при певних вхідних умовах, ресурсах та обмеженнях.

Окремо слід зупинитися на виборі, визначенні структури, взаємозв'язків і ієрархій критеріїв оцінювання при експлуатації, планування до впровадження й розробці інформаційних систем і технологій. Важливим є питання, з чієї точки зору необхідно проводити оцінювання, від цього суттєво залежить набір, важливість, засоби оцінки критеріїв.

Так можна припустити, що для розробників інформаційних систем найбільш вагомими будуть такі показники, як вартість й терміни розробки, необхідність і кваліфікація трудових ресурсів, очікувана конкурентоспроможність розроблюваної системи на ринку програмного забезпечення, потенційний обсяг ринку (наявність клієнтів, замовників), сегменти застосування й просування, можливості післяпродажної (постустановочної) взаємодії з клієнтами і таке інше.

Для замовників (покупців) інформаційних систем на перший план виступають такі показники, як вартість покупки, установки, супроводу в процесі експлуатації, перспективні можливості й затрати в разі необхідності модернізації в майбутньому.

В специфічних випадках найважливішими стають надійність, захищеність, стабільність роботи в будь-яких можливих умовах, технічна й економічна безпека роботи інформаційної системи в цілому та самої інформації в ній. Суттєвою є також функціональність системи, необхідність й величина додаткових витрат на інфраструктуру, яка забезпечує її роботу (споруди, приміщення, лінії комунікацій, обладнання забезпечення температурних режимів, електричне живлення і тому подібне).

Для кінцевих користувачів, безпосередньо працюючих з інформаційною системою, на перший план виступають зручність роботи (інтерфейсів користувача), легкість навчання роботі з нею, мінімізація вимог до рівня професійної підготовки (в відповідній господарській галузі) для роботи з системою. Відповідно, моделювання оцінювання інформаційних систем для цих груп буде використовувати в першу чергу вищезгадані критерії.

Іншим аспектом моделювання є обставини та умови, в яких приймаються рішення (відбувається оцінювання). В певні періоди часу, в різній економічній ситуації (зовнішніх ринкових факторів, економічного, господарського стану самого підприємства), при необхідності досягнення певних бізнес-цілей, вирішення специфічних комерційних завдань, значення різних критеріїв оцінювання один відносно одного значно змінюється. В конкретних практичних умовах одні характеристики інформаційної системи можуть ставати надзвичайно важливими, натомість інші – малозначущими, котрими можна не дуже перейматися.

В будь-якому випадку визначення конкретного набору, оцінювання критеріїв, побудова правил нечіткого логічного висновку слід здійснювати на основі експертних оцінок з урахуванням компетентності експертів, їх репрезентативності, специфіки предметної області (галузі й спрямованості розроблення, впровадження, використання інформаційної системи). Алгоритми розробки відповідних нечітких моделей відповідають загальним правилам й етапам нечіткого моделювання управлінських завдань і реалізовані засобами Matlab Fuzzy Logic Toolbox в постановках, аналогічних наведеним в [5, 6].

### Висновки

Таким чином, розглянуто проблему оцінювання ефективності впровадження й використання інформаційних систем для вдосконалення економічної та виробничої діяльності підприємств.

Встановлено, що ефективно застосування сучасних інформаційних систем для підтримки, забезпечення й моделювання бізнес-процесів стає одним з вирішальних конкурентних переваг в сучасних ринкових умовах. Однак нестача достовірної статистичної інформації, наявні значні невизначеності й нечіткості при опосередкованому визначенні сукупного економічного ефекту від впровадження інформаційних технологій роблять застосування класичних експертних і ймовірнісних методів утрудненими, а іноді просто неможливими.

### КРИТЕРИИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.В. Дорохов

*В рыночных условиях использование информационных технологий становится решающим фактором успешной коммерческой деятельности. При этом важно определить эффективность информационных систем и их компонент. Необходимо выделить набор соответствующих критериев, применить адекватные средства и модели их сравнения и анализа. Предлагается использование методов многокритериального оценивания и теории нечетких множеств.*

**Ключевые слова:** многокритериальное оценивание, теория нечетких множеств, эффективность информационных технологий и систем.

### CRITERIA AND METHODS OF THE INFORMATION SYSTEM'S EFFICIENCY ESTIMATIONS

O.V. Dorokhov

*In competitive market conditions introduction and use of information technologies becomes a determinative of successful commercial-industrial activity. Thus it is important to define efficiency of use of information systems and their component. For this purpose it is necessary to allocate a set corresponding criteria, to apply adequate means and models of their comparison and the analysis. In particular, use of methods multicriteria estimations and the theory of fuzzy sets has been offered.*

**Keywords:** multicriteria estimations, fuzzy sets theory, efficiency of information systems.

В таких умовах найбільш доцільним стає застосування методів багатокритеріального аналізу (вибору) альтернатив в нечітко-множинній постановці.

Побудова моделей оцінювання на основі лінгвістичних змінних з відповідним набором термів та функцій приналежності для їх формалізації, використання нечітких продукційних правил прийняття рішень і класичних алгоритмів нечіткого логічного висновку дозволяє отримати прості в практичному використанні але, водночас, достовірні й обгрунтовані програмні вирішення поставленої задачі.

### Список літератури

1. Дорохов О.В. Оцінювання корпоративних інформаційних систем на основі нечіткого моделювання / О.В. Дорохов, Л.П. Дорохова, І.О.Золотарьова // Матеріали I міжнар. наук.-метод. конф. "Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці", 1-4 квітня 2009. – Чернівці: Друк-Арт, 2009. – С. 161-163.

2. Dorokhov O. Using of Information Technologies for Support of Wholesale Pharmaceutical Firm's Industrial-Commercial Activity for Drug's and Medical Product's Distribution / O. Dorokhov, L. Dorokhova // 1<sup>st</sup> CEE Symposium "Business Informatics in Central and Eastern Europe", 25-27 February 2009. – Vienna. – P. 404-409.

3. Золотарева И.А. Методы оценки эффективности информационно-технологических проектов / И.А. Золотарева, А.Л. Дорохина // Управление развитием.: сб. науч. работ. – X., 2008. – № 14. – С. 70-71.

4. Zolotaryova I. Problems of IT economic efficiency estimation. / I. Zolotaryova, A. Khodyrevskaya // Управление развитием.: сб. науч. работ. – X., 2008. – № 14. – С. 86-87.

5. Дорохов О.В. Основы нечёткого моделирования влияния факторов внешнего окружения на функционирование предприятий / О.В. Дорохов, Л.П. Дорохова // 36. науч. праць ХУ ІС. – X., 2008. – Вип. 2 (17). – С. 124-127.

6. Дорохов О.В. Модели підтримки прийняття рішень в управлінні фармацевтичними організаціями / О.В. Дорохов, І.О.Золотарьова // Матер. II міжнар. наук.-техн. конф. Сист. аналіз та інформ. технол. САІТ-2009. – К., 26-30 травня 2009. – С. 311.

Надійшла до редколегії 10.12.2009

**Рецензент:** канд. фіз.-мат. наук, с.н.с. О.О. Можасв, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.