

# КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

Компьютерные системы и информационные технологии в экономике  
Computer systems and informational technology in economics

УДК 658.7.01

**Н.Р. Полуктова**

канд. екон. наук, доцент

Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій

**Д.Г. Алексієвський**

канд. техн. наук, доцент

Запорізький державна інженерна академія

## МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ВПРОВАДЖЕННЯМ ERP-СИСТЕМ

**Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** ERP-системи (Enterprise Resource Planning Systems) зараз є стандартом управлінських інформаційних систем оперативного та тактичного рівнів для середніх та великих підприємств. У роботі Х. Клауса та ін.[1] визначається, що ERP – це комплексний пакет прикладних рішень для інтеграції усіх бізнес-процесів з метою отримання цілісного уявлення про бізнес на базі єдиного сховища інформації та сучасних ІТ-технологій. Але саме розвиток саме таких систем поглибив проблеми, пов'язані з оцінкою окупності вкладень в інформаційні технології та обґрунтування необхідності їхнього впровадження. Це викликано, з одного боку, зростаючою вартістю закупівлі та утримання подібних систем, а, з іншого - складністю зв'язати результати діяльності підприємств цілому зі впливом комплексних програм автоматизації управління. Ситуація ускладнюється ще й тим, що процес впровадження займає декілька років, реальні ефекти можна отримати не раніш ніж через 12-18 місяців, а за цей період може докорінно змінитися ринкова ситуація, що й відобразиться на показниках підприємства. На оцінку результатів від впровадження накладається ще й ефект від зміни менеджменту, який може як підсилювати так і ослаблювати вплив ERP.

В таблиці 1. наведена динаміка змін середніх показників впровадження ERP за 2009-2012 роки. Ця динаміка свідчить про погіршення деяких показників впровадження, та стабільно невисоку ефективність використання можливостей системи.

Таблиця 1.

Середні показники впровадження ERP – системи (згідно звітів Panorama Consulting 2009-2012 р.р.)

Рік	Середній бюджет млн. \$	% перевищення бюджету	Середня тривалість (міс.)	% перевищення строків проекту	% компаній, які отримали 50% очікуваних вигід
2012	7,1	53	17,8	61	60
2011	10,5	56	16	54	48
2010	5,5	74	14,3	61	48
2009	6,2	51	18,4	36	67

Ці дані свідчать про те, що оцінювати ефективність впровадження або функціонування ERP-систем, навіть в динаміці, зараз замало. Необхідно впроваджувати методи, які б дозволяли не тільки оцінювати ефективність на всіх етапах, але й формувати управлінські дії, направлені на її підвищення з точки зору відповідності стратегічним цілям компанії.

#### **Аналіз останніх публікацій по проблемі.**

Вивчення підходів, які використовуються для прийняття рішень щодо впровадження або використання ERP-систем показало, що кожен з етапів життєвого циклу потребує врахування багатьох впливів, пов'язаних з суб'єктивними людськими чинниками. Тому необхідно всебічно вивчити усі зацікавлені цим процесом сторони, виявити їхні цілі та ступінь можливого впливу.

Для виявлення цілей кожного актора необхідно отримати відповіді на наступні питання: хто він, який обсяг функцій виконує в системі, які проблеми бачить цей актор, які проблеми можуть бути пов'язані з самим цим актором, які можливості має цей актор для розв'язування або створення проблем. До цих акторів в [2] пропонується відносити наступних:

- вищий менеджмент організації;
- зовнішніх консультантів по впровадженню ERP-систем;
- менеджерів середньої та нижньої ланок управління;
- пересічних користувачів системи;
- ERP-вендорів та деяких інших.

Зрозуміло, що всі ці актори мають різні цілі, різні можливості впливу на результати на різних етапах життєвого циклу, різні рівні кваліфікації щодо інформаційних технологій, але неврахування інтересів, цілей та можливостей хоча б однієї групи акторів може привести до повного неуспіху всієї системи.

Для визначення управлінських рішень, які дозволять підвищувати ефективність ERP-систем на кожному з етапів життєвого циклу потрібно розглянути ті фактори, які в найбільшій мірі сприяють успіху. Врахування цих факторів є основою для формування управлінських альтернатив.

Дослідженню саме таких факторів присвячена найбільша кількість праць з тематики ефективності інформаційних систем. Ключовими факторами результативності (Critical Success Factors – CSF) називають фактори, врахування яких веде до досягнення стратегічних цілей, і, навпаки, недостатня увага до них веде до провалу стратегічних задач [3].

Найбільш повним переліком ключових факторів результативності ERP-систем вважається той, який опублікований в праці Т.Сомерса та К.Нелсон [4]. До CSF управління ефективністю ERP-систем вони відносять наступні:

- підтримка топ-менеджменту;
- навчання користувачів;
- менеджмент очікування;
- ретельний відбір відповідного пакету програмних продуктів; партнерство з постачальниками системи;
- менеджмент проекту впровадження системи;
- використання консультантів;
- мінімальне настроювання;
- реінжиніринг бізнес-процесів;
- комунікації між підрозділами;
- поточна підтримка постачальника та деякі інші.

Деякі автори пропонують розглядати цього ще додатково:

готовність до змін (Дж. Эстевес та ін. [5]);  
 апаратні засоби та обладнання (П.Пун [6]);  
 дисципліну та стандартизацію процесів (М. Самнер[7]), тощо.

На наш погляд ці джерела неприпустимо мало уваги приділяють значенню людського капіталу організації в часті знань, навичок, досвіду персоналу всіх рівнів. Саме початковий рівень цього фактору може стати визначальним для успішності наступних рішень щодо впровадження або використання таких технологій як ERP.

#### **Формулювання цілей дослідження.**

Ціллю роботи є спроба побудови формалізованої моделі, яка б дозволила на найбільш загальному рівні описати процес впровадження ERP-системи з точки зору управління його ефективністю. Для цього необхідно визначити основні групи акторів, які впливають на ці процеси, ключові фактори менеджменту та виявити причинно-наслідкові зв'язки в системі.

Модель дозволить визначити напрямки вдосконалення управлінських рішень на етапах впровадження та використання ERP-систем.

#### **Виклад основних результатів та їх обґрунтування.**

Результати огляду наукових джерел, пов'язаних з аналізом чинників, які впливають на ефективність впровадження та використання ERP-систем в організаціях дозволяє зосередитись на наступних:

- ясність цілей та завдань впровадження системи усім членам організації на їх рівні;
- правильний вибір системи, що включає показники якості самої системи, її відповідність бізнес-процесам підприємства, а також можливості взаємодії з постачальником на всьому протязі життєвого циклу системи;
- готовність організації до впровадження системи, що включає технологічну готовність, перебудову або налаштування організаційної структури, реінжиніринг бізнес-процесів, кваліфікацію персоналу усіх рівнів;
- менеджмент проекту впровадження системи;
- підтримка проекту впровадження ERP-системи топ-менеджерами на протязі життєвого циклу системи;
- використання зовнішніх консультантів;
- навчання персоналу та підвищення ним підтримки системи;
- якість системи комунікацій в організації.

Одним з важких факторів є також достатність фінансування, хоча цей фактор не дуже часто згадується в оглянутих дослідженнях.

На найбільш загальному рівні можна розглядати впровадження ERP-системи як процес реалізації функцій, які повинні привести к отриманню всіх переваг та вигід, що були заплановані при формуванні стратегічних цілей впровадження системи.

Якщо умовну кількість реалізованих можливостей ERP-системи прийняти за деякий цільовий показник, можна побудувати причинно-наслідкову діаграму, яка дозволить визначити основні напрямки впливів на нього визначених факторів.

Аналіз показав наявність позитивних зворотних зв'язків в системі, що дозволяє застосовувати для математичного опису її поведінки системно-динамічні методи моделювання [8].

Таким чином, система рівнянь, яка описує модель управління ефективністю впровадження ERP-систем базується на наступних припущеннях.

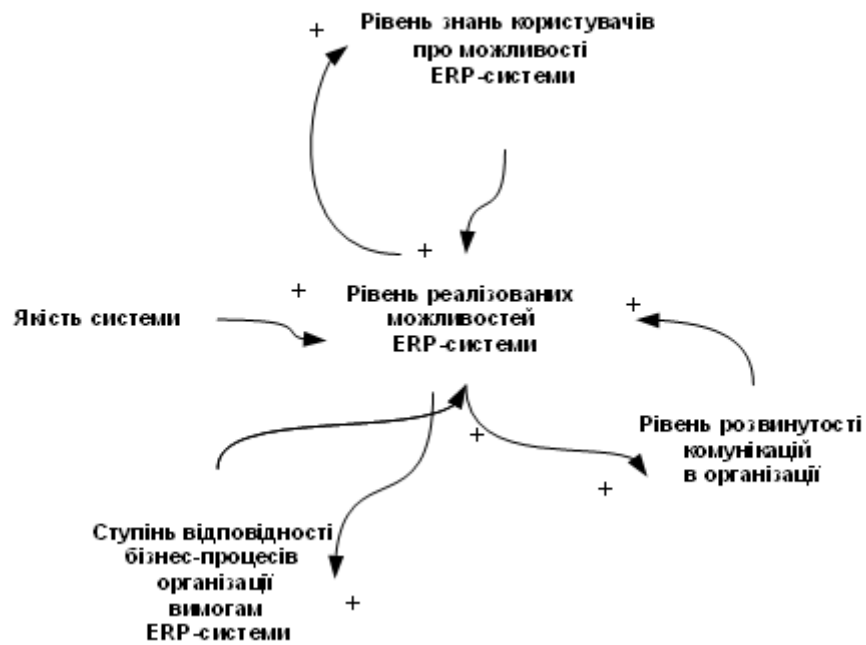


Рис.1. Узагальнена причинно-наслідкова діаграма впливів на ефективність впровадження ERP-системи в організації

Можна стверджувати, що обсяг реалізації запланованих можливостей або функцій ERP-системи в певний момент часу  $t$  залежить від того, скільки функцій вже було реалізовано до попереднього моменту часу  $(t-1)$ , а також від того, скільки можливостей реалізується в одиницю часу. Також можна очікувати, що нові можливості впроваджуються спочатку повільно, тому, що немає достатнього рівню знань та досвіду, а потім все скоріше, до певного максимального рівня. Вже впроваджені можливості системи сприяють впровадженню нових (наприклад, перші функціональні модулі системи потребують використання тієї ж бази даних, яка буде використовуватися для нових функцій), що ще пришвидшує цей процес. Можливості, які впроваджуються в останню чергу не мають такого значення як першочергові, тому, можна очікувати, що процес на останніх стадіях знову буде текти повільніше. Ця поведінка, на наш погляд може бути описана логістичною  $S$ -подібною кривою, виду:

$$N(t) = N_{\max} * \left( \frac{1}{1 - e^{-V(t)N(t-1)}} \right), [8]$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = N(t-1) * V(t) * \frac{(N_{\max} - N(t-q))}{N_{\max}}$$

де  $N(t)$  – обсяг реалізованих функцій ERP-системи в момент часу  $t$ ,  $V(t)$  – параметр інтенсивності впровадження нових функцій,  $N_{\max}$  – максимальний обсяг функцій, які можуть бути реалізовані після впровадження ERP-системи

Інтенсивність впровадження нових можливостей системи є залежною від часу мультиплікативною функцією від значень тих CSF, які були визначені вище:

$$V(t) = T * K(t) * B(t) * L(t),$$

де  $T$  - параметр, який визначає технологічну якість системи,  $K(t)$  – параметр, який визначає якість комунікацій в організації,  $B(t)$  – параметр, який дозволяє врахувати ступінь відповідності бізнес-процесів системи тим бізнес-процесам, які закладені в ERP-

системі,  $L(t)$  – рівень обізнаності персоналу щодо можливостей та технологій ERP-системи.

Технологічна якість системи є показником, залежним від множини факторів, до яких потрібно включити як фактори якості інфраструктури системи (надійність мережі компанії, потужність обладнання, пропускну спроможність каналів передачі даних), так і показники обраної ERP-системи (функціональна повнота, гнучкість, зручність інтерфейсів тощо). Ці показники пропонується оцінювати експертним шляхом, на базі 10-бальної шкали, з врахуванням вагових коефіцієнтів кожного показника.

$$T = \frac{\sum_{i=1}^M (u_i * w_i)}{\mu(\sum_{i=1}^M (u_i))}$$

де  $u_i$  – експертна оцінка  $i$ -го фактору технологічної якості системи,  $w_i$  – вага  $i$ -го фактору,  $M$  – кількість впливових факторів технологічної якості системи,  $\mu$  – коефіцієнт нормалізації.

Рівень якості комунікацій в організації при впровадженні ERP-системи зростає при впровадженні наступних функцій ERP-системи, доки не досягне деякого максимального рівня:

$$\frac{dK(t)}{dt} = \min(K(t-1) * \alpha(t), K_{\max} - K(t-1)),$$

де  $K(t-1)$  – рівень якості комунікацій в попередній період часу,  $\alpha(t)$  – параметр, який дозволяє врахувати вплив рівню впроваджених можливостей ERP-системи на швидкість покращення комунікацій,  $K_{\max}$  – максимальний рівень якості комунікацій.

$$\alpha(t) = \alpha_{\max} (1 - e^{-N(t-1)})$$

Ступінь відповідності бізнес-процесів організації вимогам ERP до організації бізнес-процесів в момент часу  $t$  пропонується визначати рівнянням:

$$\frac{dB(t)}{dt} = -(B(t-1) * (\beta(t) + \gamma(t)) * U$$

де  $B(t-1)$  – значення ступеню відповідності бізнес-процесів в попередній період часу,  $\beta(t)$  – параметр, який дозволяє врахувати участь топ-менеджменту компанії, який повинен зростати, якщо процес впровадження ERP-системи уповільнюється,  $\gamma(t)$  – параметр впливу зовнішніх консультантів, участь яких в проекті впровадження закінчується після впровадження всіх функцій,  $U$  – це незалежний від часу коефіцієнт гнучкості ERP-системи.

$$\beta(t) = (1 - V(t-1)),$$

$$\gamma(t) = \frac{\gamma_{\max}}{(1 - e^{-N(t-1)})}$$

Рівень обізнаності персоналу щодо можливостей та технологій ERP-системи залежить від того, з якою інтенсивністю він нарощується  $LP(t)$  та з якою зменшується  $LN(t)$ :

$$\frac{dL(t)}{dt} = LP(t) - LN(t),$$

В свою чергу, потік нарощування рівня знань про ERP-систему в одиницю часу збільшується до певного рівня, поки персонал проходить навчання. Потім, коли більшість персоналу навчено, потік зменшується.

$$LP(t) = \left(1 - \frac{L(t-1)}{L_{\max}}\right) * C(t)$$

де  $C(t)$  – це параметр, який характеризує рівень кваліфікації персоналу організації в момент часу  $t$  і залежить від того, скільки функцій системи вже було впроваджено:

$$C(t) = C_{\max} (1 - e^{-N(t-1)})$$

Потік знань, які зменшуються впродовж одиниці часу обумовлений звільненням або переміщенням персоналу на інші позиції:

$$LN(t) = L(t-1) * E,$$

де  $E$  – умовний коефіцієнт ерозії знань.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Наведена модель дозволяє на найбільш загальному рівні визначити чинники впливу на підвищення ефективності впровадження ERP-систем на підприємствах. Отримані залежності дозволяють проводити імітаційні експерименти для визначення реакції системи на зміни критичних факторів успіху при впровадженні корпоративних інформаційних систем різних рівнів складності. Але існують питання, які потребують додаткових уточнень.

Більшість досліджень на рубежі 20-21 сторіччя, які стосувались ефективності або успішності ERP-систем робили акцент на вивченні впливів внутрішніх факторів результативності, вважаючи, що змінами зовнішнього оточення можна знехтувати [9]. Але в останні роки організації все більш підпадають під вплив таких зовнішніх чинників як глобальна конкуренція, та вимушені діяти в умовах динамічного ринку [10]. Тому потрібно враховувати вплив на результати впровадження крупних інвестиційних проектів в організаціях, якими є проекти впровадження ERP-систем, наступних чинників зовнішнього середовища.

Галузеве оточення. Повинна враховуватись інтенсивність конкуренції, яка може бути одним з найвпливовіших факторів при прийнятті рішень про організаційні зміни.

Оточення на рівні національної економіки. Існують дослідження, які доводять залежність в визначенні результатів від впровадження ERP-систем в країнах, які ще розвиваються та в розвинутих країнах [11]. В розвинутих країнах набагато простіше визначити отримані ефекти.

Чинники, пов'язані з ERP-вендорами. Відношення з вендорами повинні бути довгостроковими та охоплювати усі етапи життєвого циклу систем. Тому основними факторами, які впливають на результативність впровадження з боку вендора є: досвід, репутація, масштаб, фінансові показники постачальника; технічні можливості – організація науково-дослідницьких робіт для модернізації системи, наявність потужностей; якість супроводження – швидкість доступу, рівень сервісу та ін..

Окрім тих організаційних факторів результативності, які були наведені нами раніше, на наш погляд, для успішного рішення проблем управління, особливо на стадіях планування та впровадження системи, важливе значення мають такі характеристики організації як розмір, організаційна структура, тип виробництва та деякі інші.

Порівнянню основних показників впровадження та використання ERP-систем малих та середніх компаніях та в великих підприємствах присвячена праця Е.Бернройдера та ін. [12]. Згідно цього звіту, середні та великі підприємства мають багато особливостей впровадження, що витікає з аналізу статистики отриманих результатів.

Зрозуміло, що існують відмінності пов'язані з масштабом проекту впровадження ERP-систем в таких організаціях (в великих компаніях більші середні витрати та строки впровадження), але, незважаючи на те, що заздалегідь визначена стратегія впровадження відрізняє теж великі компанії і кількість кваліфікованого персоналу в них вища, ці підприємства більше відчують опір персоналу, мають більше проблем з інтеграцією внутрішніх бізнес-процесів, не отримують очікуваних вигід.

Тому, побудована модель може стати базовою для подальшого вивчення впливів перерахованих вище факторів і потребує удосконалення.

### Література

1. Klaus H. What is ERP / H. Klaus, M. Rosemann, G.G. Gable // Information systems Frontiers. — 2000. — Vol. 2, No. 2. p 141-162.
2. Heijkoop G. ERP Systems: turning promises into performance: Master thesis project / G. Heijkoop –TU Delft, 2005, p.32-36.
3. Information Resource Management Glossary (2005) [Електронний ресурс] — Режим доступу : [http://www.cio.gov.bc.ca/other/daf/irm\\_glossary.htm](http://www.cio.gov.bc.ca/other/daf/irm_glossary.htm) — Загл. с экрана. — Яз., англ.
4. Somers T. The impact of Critical Success Factors across the Stages of Enterprise Resource Planning Implementation / T. Somers, K. Nelson // Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Science (HICSS-3), January, Maui, Hawaii. — 2001.
5. Esteves J. M. An ERP life-cycle-based research agenda. [Електронний ресурс] / J. M. Esteves, J. A. Pastor — Режим доступу: <http://jesteves.com/EMRPS99.pdf>. — Загл. с экрана. — Яз., англ.
6. Poon P. Critical success factors revisited: success and failure cases of information systems for senior executives/ P. Poon, C. Wagner // Decision Sciences Systems. — 2001. — 30, pp. 393-418.
7. Sumner M. Critical Success Factors in Enterprise Wide Information Management Systems/ M. Samner // Proceedings of the Americas Conference on Information Systems, Milwaukee, WI. — 1999. — pp. 232-234.
8. Форрестер Д. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). М.: "Прогресс", 1971
9. Балацкий Е. В. Модели рождения и распространения инноваций / Е.В. Балацкий // Капитал страны [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.kapital-rus.ru/articles/article/219057/> — Загл. с экрана.
10. Mohammad S. A New Framework of Effective External and Internal factors on the Success of Enterprise Resource Planning (ERP)/ S. Mohammad, Seyed S. Hosseini, A. Seyed, J. Mahmoodi // Journal of Basic and Applied Scientific Research. [Електронний ресурс] — Режим доступу: [www.textroad.com/](http://www.textroad.com/) — Загл. с экрана. — Яз., англ.
11. Powell T. C. How much does industry matter? An alternative empirical est./ T. C. Powell // Strategic Management Journal. — 1996. — 17(4), pp 323 -334.
12. Gregorio D. D. Drivers of e-business activity in developed and emerging markets. / D. D. Gregorio, S. K. Kassicieh, R. D. Neto // IEEE Transaction on Engineering Management, — 2001. — 52(2), pp 155-166.
13. Bernroider E.W.N. Enterprise resource planning (ERP) diffusion and characteristics according to the system's life cycle: A comparative view of small-to-medium sized and large enterprises/ report/ E. W.N. Bernroider M.J. Leseure // Department of information business Vienna University of Economics and Business Administration [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://epub.wu.ac.at/1354/1/document.pdf> — Загл. с экрана. — Яз., англ.
1. Klaus, H., Rosemann, M., Gable, G.G. (2000) "What is ERP" Information systems Frontiers, Vol. 2, No. 2. pp. 141-162.
2. Heijkoop, G. (2005). "ERP Systems: turning promises into performance" Master thesis project, — TU Delft, pp. 32-36.
3. Information Resource Management Glossary (2005) — Retrieved January 13, 2014, from [http://www.cio.gov.bc.ca/other/daf/irm\\_glossary.htm](http://www.cio.gov.bc.ca/other/daf/irm_glossary.htm)
4. Somers, T., Nelson, K. (2001). "The impact of Critical Success Factors across the Stages of Enterprise Resource Planning Implementation" Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Science (HICSS-3), January, Maui, Hawaii.
5. Esteves, J. M., Pastor, J. A. (1999). "An ERP life-cycle-based research agenda". — Retrieved January 13, 2014, from <http://jesteves.com/EMRPS99.pdf>.
6. Poon, P. Wagner, C. (2001). "Critical success factors revisited: success and failure cases of information systems for senior executives" Decision Sciences Systems. 30, pp. 393-418.
7. Sumner, M. (1999). "Critical Success Factors in Enterprise Wide Information Management Systems" Proceedings of the Americas Conference on Information Systems, Milwaukee, WI. pp. 232-234.
8. Forrester, J. (1971) "Industrial dynamics"
9. Balackii, E.V. Model of birth and diffusion of innovation. — Retrieved January 13, 2014, from <http://www.kapital-rus.ru/articles/article/219057/>
10. Mohammad, S. A., Hosseini, S.S., Mahmoodi, J. "New Framework of Effective External and Internal factors on the Success of Enterprise Resource Planning (ERP) — Retrieved January 13, 2014, from [www.textroad.com/](http://www.textroad.com/)
11. Powell, T. C. (1996). "How much does industry matter? An alternative empirical est". Strategic Management Journal. 17(4), pp 323 -334.
12. Gregorio, D. D., Kassicieh, S. K., Neto, R. D. (2001). "Drivers of e-business activity in developed and emerging markets" IEEE Transaction on Engineering Management, 52(2), pp 155-166.
13. Bernroider E.W.N. Enterprise resource planning (ERP) diffusion and characteristics according to the system's life cycle: A comparative view of small-to-medium sized and large enterprises/ report/ E. W.N. Bernroider M.J. Leseure // Department of information business Vienna University of Economics and Business Administration [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://epub.wu.ac.at/1354/1/document.pdf> — Загл. с экрана. — Яз., англ.