

УДК 681.5:658.5(045)

## МЕТОДИКА ВИБОРУ СКЛАДУ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ В КОРПОРАТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

*О. В. Самков*, д-р техн. наук, проф.; *Ю. А. Захарченко*; *О. А. Степанюк*

Національний авіаційний університет

sam\_a2006@i.ua

*Сформульовано та розв'язано задачу порівняльної оцінки та вибору кращих варіантів складу програмних продуктів сучасних стандартів управління ресурсами MRP/ERP для корпоративних інформаційних систем та розроблено відповідну методику.*

**Ключові слова:** порівняльна оцінка, вибір, склад програмних продуктів, стандарти управління ресурсами.

*In this article is formulated and solved the problem of comparative evaluation and selection of the best options for the software of modern standards of resource management MRP / ERP for corporate information systems and develop a method.*

**Keywords:** comparative evaluation, selection, composition software, standards of resource management.

### Вступ

Світовий ринок постійно висуває жорсткі вимоги до якості продукції та послуг.

Одним зі шляхів забезпечення цих вимог є автоматизація управління процесами виробництва продукції (послуг) на основі сучасних інформаційних технологій, що ґрунтуються на міжнародних стандартах управління ресурсами (MRP/ERP) [1; 2].

Сучасні програмні продукти автоматизації будуються на основі стандартів управління ресурсами, які забезпечують їх сумісність та якість рішень, що приймаються.

Одним з прикладів таких програмних продуктів є корпоративні інформаційні системи (КІС), які дають змогу створити єдине середовище для автоматизації процесів обліку, планування, управління та контролю всіх основних процесів виробництва продукції (послуг).

Під стандартами управління ресурсами MRP/ERP розуміють сукупність комп'ютерних

програм, алгоритмів, критеріїв, які визначають правила, призначені для реалізації всіх функцій управління виробництва продукції (послуг) (облік, контроль, планування і управління) на заданий період.

Впровадження інформаційних систем в управління підприємством на основі міжнародних стандартів управління (MRP/ERP) дозволяє зменшити витрати широкої номенклатури ресурсів підприємств, які включають: інформаційні, трудові, часові, фінансові, виробничі що надає змогу знизити собівартість продукції та підвищити її конкурентоспроможність.

На сьогодні існує більш десятка сучасних стандартів управління ресурсами (MRP/ERP), кожний з яких має свої варіанти реалізації програмних продуктів залежно від складу, обсягу задач, що розв'язуються, методів (алгоритмів) вирішення, вартостей та ін.

Деякі з таких стандартів зі своїми складами програмних продуктів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Типи стандартів управління підприємством**

№	1	2	3	4	5	6	7
Назва стандарту	Планування потреб у матеріалах MRP	Планування потреб у виробничих потужностях CRP	Планування виробничих ресурсів MRP II	Планування ресурсів підприємства ERP	Управління взаємодією з клієнтами CRM	Узгодження потреб у ресурсах з запитами клієнтів CSRP	Управління ланцюгами поставок SCM
Номінальна кількість програмних продуктів	4	6	16	19	14	13	12

### Постановка задачі

З урахуванням того, що можливих варіантів складу таких програмних продуктів може бути більше тисячі, кожний з яких буде характеризуватися відповідними рівнями ефекту від впровадження та витрат на закупівлю та експлуатацію (які можуть досягати сотень тисяч доларів), виникає можливість вибору неефективних варіантів програмних продуктів автоматизації управління ресурсами та значних необґрунтованих витрат.

У зв'язку з цим виникає актуальне завдання вибору потрібного складу (номенклатури) програмних продуктів автоматизації управління ресурсами на основі сучасних стандартів управління для виробництва продукції (послуг), який дозволяє забезпечити потрібний рівень ефективності функціонування для випуску конкурентоспроможної продукції за мінімальних витрат на закупівлю та експлуатацію.

Одним з результатів її вирішення є розроблення відповідної методики розв'язання задачі вибору складу програмних продуктів.

Проведення порівняльного оцінювання та вибору оптимального складу програмних продуктів автоматизації управління ресурсами підприємства для сучасних стандартів являє собою складне завдання, для вирішення якого необхідно мати: основні показники техніко-економічної оцінки застосування варіантів складу програмних продуктів управління з ваговими коефіцієнтами; характеристики порівнювальних програмних продуктів та їх значення (кількісні вирази); методики (алгоритми) порівняльної оцінки та вибору оптимального складу програмних продуктів управління ресурсами.

Аналіз існуючих підходів до розв'язання задачі порівняльної оцінки та вибору широкого класу складних технічних систем [3; 4] свідчить, що вибір оптимального складу програмних продуктів стандартів управління (MRP/ERP) можна за допомогою комплексного оцінювання основних показників цих стандартів, відповідного методичного підходу для порівняльної оцінки програмних продуктів та методики (алгоритму) їх вибору з урахуванням показників ефективності (якості) та вартості.

Постановка задачі вибору оптимального складу (номенклатури) програмних продуктів автоматизації управління ресурсами на основі сучасних стандартів управління MRP/ERP для виробництва продукції (послуг), який дозволяє забезпечити потрібний рівень ефективності функціонування для випуску конкурентоспроможної продукції за мінімальних витратах на закупку та експлуатацію і буде мати такі характеристики, умови та критерії.

Нехай  $M_i$  — множина порівнювальних варіантів складу програмних продуктів на базі стандартів MRP/ERP,  $i = 1..N$ .

Кожна  $M_i$  характеризується набором її характеристик  $M_i \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ , котрі визначаються критерієм «ефективність–вартість», тобто, кожна КІС характеризується збільшенням ефективності виробництва та необхідними витратами на забезпечення її закупівлі та експлуатації.

Умови вибору КІС є такими.

1. Приріст ефективності підприємства за рахунок впровадження обраного варіанта складу програмного забезпечення  $\Delta E_i$  має бути не менше заданого рівня  $\Delta E_{\text{зад}}$ :

$$\Delta E_i \geq \Delta E_{\text{зад}}. \quad (1)$$

Приріст ефективності від впровадження різних програмних продуктів автоматизації на базі стандартів MRP/ERP може бути розрахований за формулою:

$$\Delta E = \mu \sum_{k=1}^n \alpha_k \frac{P_k - P_k^0}{P_k^0}, \quad (2)$$

де  $\Delta E$  — приріст ефективності підприємства за рахунок впровадження даного програмного продукту;  $P_k^0$  — значення  $k$ -ї характеристики до впровадження даного програмного продукту;  $n$  — кількість характеристик, що враховується;  $\mu$  — коефіцієнт пропорційності;  $P_k$  — значення  $k$ -ї характеристики після впровадження даного програмного продукту;  $\alpha_k$  — ваговий коефіцієнт  $k$ -ї характеристики ефективності функціонування підприємства.

Як характеристики ефективності впровадження програмних продуктів на базі стандартів MRP/ERP можуть виступати собівартість продукції, що виробляється на підприємстві; часові витрати на виробництво продукції, коефіцієнт завантажуваності устаткування та ін.

2. Витрати на автоматизацію виробництва повинні не перевищувати наявні на підприємстві кошти:

$$\Delta C_i \leq C_{\Sigma}. \quad (3)$$

### Результати досліджень

У роботі запропонований критерій питомих витрат на реалізацію обраної системи автоматизації (КІС), який характеризується відношенням витрат на придбання та експлуатацію варіантів програмного продукту для відповідного стандарту управління ресурсами  $\Delta C_i$  до приросту ефективності, що буде забезпечений у результаті впровадження даного продукту на підприємстві  $\Delta E_i$ :

$$\Delta C_{\text{пит}} = \frac{\Delta C_i}{\Delta E_i}. \quad (4)$$

Фізичний зміст даного критерію полягає в збільшенні ефективності роботи підприємства на одиницю витрат у результаті впровадження для різного складу програмного забезпечення систем автоматизації.

За допомогою показника  $\Delta C_{\text{пит}}$  усі пропозиції ранжируються від мінімуму до максимуму. Отриманий у такий спосіб ряд з усіх пропозицій варіанта реалізації

$$\Delta C_{\text{пит}1} < \Delta C_{\text{пит}2} < \dots < \Delta C_{\text{пит}q} \dots < \Delta C_{\text{пит}Q} \quad (5)$$

системи визначає економічно вигідну послідовність їх реалізації, що особливо важливо в разі обмеженості ресурсів на підприємстві.

Також можна розв'язувати дану задачу на основі показника питомої ефективності:

$$\Delta E_{\text{пит}} = \frac{\Delta E_i}{\Delta C_i}. \quad (6)$$

У разі забезпечення заданих вимог відповідно виділеним коштам на покупку системи та рівню приросту ефективності роботи підприємства послідовність реалізації  $qx$  пропозицій від етапу до етапу повинна проводитися з урахуванням ранжованого ряду (зліва направо).

З урахуванням виразів (1)–(6) це завдання вирішимо так.

Залежно від того, який критерій переваги оптимізується (обирається головним), передбачається розв'язання прямої (А) і зворотної (Б) задачі умовної однокритеріальної оптимізації. Вони формулюються в такий спосіб.

**Задача А.** Вибрати оптимальний варіант складу програмних продуктів (номенклатури) сучасних стандартів управління MRP/ERP для КІС, виходячи з вимог максимізації приросту ефективності роботи підприємства після впровадження системи за умови неперевищення заданої вартості реалізації системи

$$\Delta E = \max \Delta E, \quad (7)$$

у разі обмеження  $\Delta C_i \leq C_{\Sigma}$ .

**Задача Б.** Вибрати оптимальний варіант складу програмних продуктів (номенклатури) сучасних стандартів управління MRP/ERP для КІС, виходячи з вимог мінімізації вартості її впровадження за умови забезпечення приросту ефективності роботи підприємства після впровадження системи не нижче заданого:

$$\Delta C = \min \Delta C, \quad (8)$$

у разі обмеження  $\Delta E_i \geq \Delta E_{\text{зад}}$

Введення критерію питомої ефективності від впровадження КІС дозволяє розв'язати задачу з розташування в порядку зростання всіх варіантів складу програмних продуктів (номенклатури) КІС, що пропонуються замовнику.

У результаті замовник (покупець) може побудувати пріоритетний ряд варіантів КІС, який наведено на рис. 1, що дозволяє з множини пропозицій щодо варіанту реалізації системи у відповідний варіант включити лише ті, які відповідно до запропонованої в роботі методики:

- підвищують рівень ефективності на підприємстві після впровадження;
- не перевищують виділених на закупівлю та модернізацію фінансових коштів.

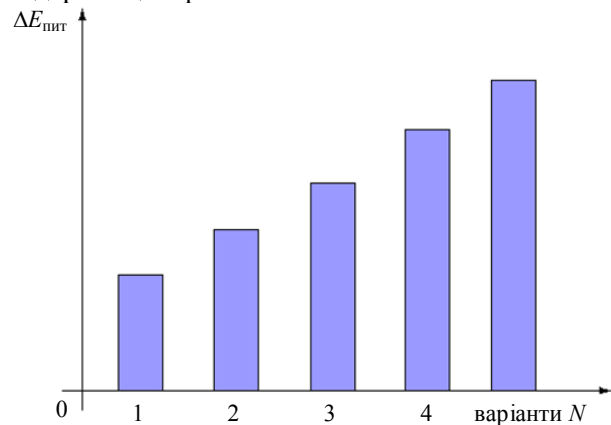


Рис. 1. Пріоритетний ряд варіантів КІС

Наступним елементом методики порівняльної оцінки та вибору варіантів складу програмних продуктів на базі стандартів управління ресурсами MRP/ERP є побудова пріоритетного ряду пропозицій з урахуванням взаємопов'язаних діаграм приросту  $\Delta E$  і вартості  $\Delta C$ .

Запропонований підхід дозволяє порівняти ці показники і розв'язати задачу вибору варіанта складу програмного забезпечення в прямій і оберненій постановках: максимізація приросту ефективності  $\Delta E$  (пряма постановка, задача А) і мінімізації витрат на покупку та експлуатацію системи  $\Delta C$  (обернена постановка, задача Б).

У результаті, для виділеного обсягу коштів на придбання КІС з відповідним складом програмного забезпечення можна однозначно сформулювати варіант реалізації системи певного стандарту і визначити сумарний приріст  $\Delta E$ , або ж для заданого приросту  $\Delta E$  визначити склад програмного забезпечення, що встановлюється, й обґрунтувати потрібний обсяг фінансування для закупівлі та впровадження системи на підприємстві.

Такий підхід на основі взаємозв'язку отриманого від впровадження системи ефекту на і по-

трібних для цього витрат є одним з елементів підтримки прийняття рішень керівників при вирішенні питань впровадження системи певного стандарту на підприємстві. При цьому для всіх запропонованих для закупівлі варіантів КІС визначаються характеристики, пов'язані з показниками приросту ефективності роботи підприємства, а також потрібні для цього витрати. Для визначення оцінок «ефективність–вартість» використовуються дані експертного опитування фахівців з автоматизації, а оцінка вартості в наближенні береться з урахуванням світових цін.

На основі запропонованих аналітичних залежностей для оцінювання приросту ефективності роботи підприємства від впровадження певного варіанта КІС (5) і вартості придбання та експлуатації цієї системи (6), розроблена методика розв'язання задачі вибору оптимальної номенклатури стандартів управління MRP/ERP систем, яка включає такі етапи:

1. Отримання оцінок  $\Delta E$ ,  $\Delta C$ .
2. Отримання величини питомої ефективності для кожної  $i$ -ї КІС  $\Delta E_{\text{пит}}$ .
3. Побудова пріоритетного ряду варіантів порівнюваних КІС.
4. Побудова діаграми приросту ефективності по кожній КІС.
5. Побудова графіка приросту економічних витрат на придбання та експлуатацію стандартів управління, що порівнюються.

6. Знаходження оптимального варіанта реалізації системи, виходячи з вимог замовника у двох постановках:  
 $\max \Delta E_i$  при  $\Delta C_i \leq C_{\Sigma}$ ;  $\min \Delta C_i$  при  $\Delta E_i \geq E_{\text{зад}}$ .

Визначення приросту витрат на КІС шляхом розв'язання прямої та оберненої задач виконується в такій послідовності. Наприклад, підприємство планує придбати сучасну КІС, яка може підвищити ефективність роботи підприємства не нижче заданого рівня  $\Delta E_{\text{зад}}$  (рис. 2.). Тоді на графіку рис. 2 від відкладеної величини  $\Delta E_{\text{зад}}$  проведемо лінію, паралельну осі абсцис, до перетинання зі стовпчиками усіх можливих варіантів КІС.

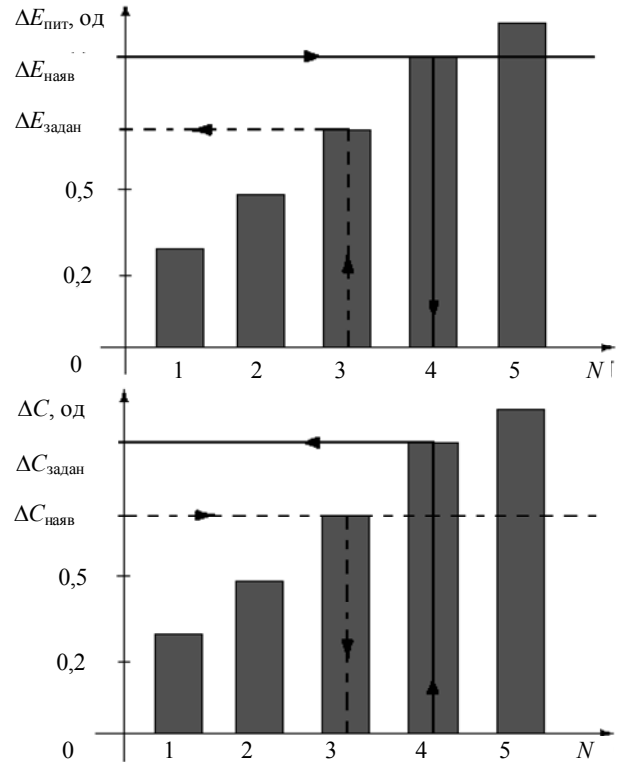


Рис. 2. Визначення приросту витрат на КІС шляхом розв'язання прямої задачі А (суцільна лінія) та оберненої В (пунктирна лінія)

Після перетинання зі стовпчиком  $i$ -го варіанта КІС, опускаємо перпендикуляр на вісь  $N$ , і визначаємо номер варіанта КІС. Потім, входимо на графік  $\Delta C$  приросту витрат. З даного номеру варіанта системи будуємо лінію, паралельну осі ординат, до закінчення стовпчика. Звідти проводимо перпендикуляр до перетинання з віссю вартості та визначаємо рівень витрат на придбання даної системи.

Після таких процедур необхідно перевірити виконуваність умови (2), тобто, потрібні витрати не повинні перевищувати наявних.

З метою апробації запропонованої методики було проведено порівняльну оцінку деяких варіантів реалізації КІС. Результати наведено в табл. 2.

Для вихідних даних (наведених у табл. 1) проведено розрахунки згідно з наведеною методикою, результати яких наведені на діаграмах (рис. 3).

Таблиця 2

#### Результати розрахунків для модифікацій М1–М4

Варіанти реалізації системи	Відносні витрати на придбання та експлуатацію системи $\Delta C_{Mi}$	Відносний приріст ефективності $\Delta E_{Mi}$	Питома ефективність $\Delta E_{\text{пит}Mi}$
MRP (M1)	0,95	0,94	0,98
MRPII (M2)	0,85	0,80	0,94
ERP (M3)	0,79	0,70	0,89
CSRP (M4)	1,0	1,0	1,0

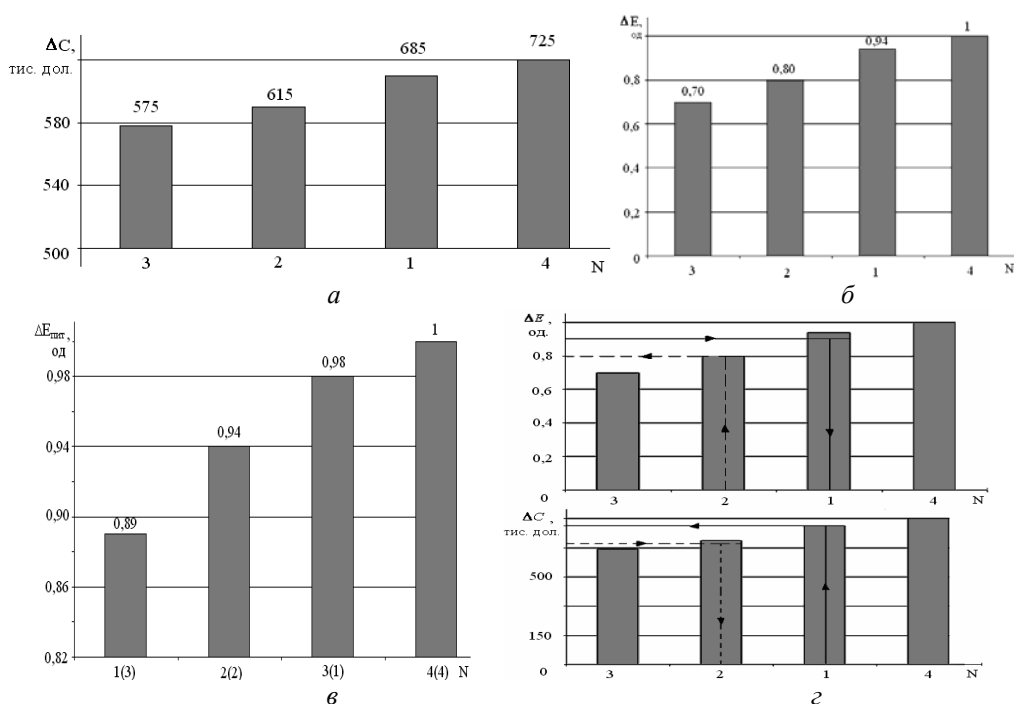


Рис. 3. Пріоритетні ряди варіантів реалізації системи за вартістю (а); за приростом ефективності (б); для гіпотетичних варіантів реалізації системи (в); результат розв'язання задачі на основі методу питомої ефективності (г)

У результаті розрахунку отримано пріоритетний ряд (рис 3, в).

В отриманому пріоритетному ряді перша цифра вказує на номер варіанта реалізації в ряду, а цифра в дужках — варіант реалізації в табл. 1. По осі абсцис розташовано порядковий номер варіанта реалізації системи, а по осі ординат — питомий приріст ефективності роботи від впровадження системи на підприємстві. Аналіз отриманих результатів показує, що для заданого приросту ефективності підприємства впровадження КІС 0,8 (рис. 3, б) необхідно вибрати програмний продукт (програмне забезпечення) з вартістю до 600 тис. дол. При витратах на закупівлю та експлуатацію нового програмного продукту в розмірі 600 тис. дол. приріст ефективності підприємства від впровадження КІС може досягнути 0,8 або 80 %. За умови нестачі коштів задача може не мати розвитку. В цьому випадку особа, що приймає рішення, має уточнити умови задачі: або знизити потрібний рівень приросту ефективності підприємства або підвищити рівень витрат.

Запропонована методика вибору оптимального складу програмного забезпечення сучасних стандартів управління MRP/ERP для КІС дає змогу забезпечити відповідний зв'язок між приростом ефективності підприємства від впровадження сучасних КІС та витратами на їх закупівлю та експлуатацію та обґрунтувати можливий вибір.

#### Висновки

1. Сформульовано та вирішено задачу порівняльної оцінки та вибору кращих варіантів складу програмних продуктів сучасних стандартів

управління ресурсами MRP/ERP для корпоративних інформаційних систем.

2. Для розв'язання задачі дослідження запропоновано метод питомої ефективності та розроблено методику вибору оптимального складу програмних продуктів сучасних стандартів управління ресурсами MRP/ERP на прикладі корпоративних інформаційних систем.

3. Проведено апробацію запропонованої методики, яка підтвердила її працездатність, та виконано порівняльне оцінювання існуючих варіантів складу програмного забезпечення на базі сучасних стандартів управління (MRP, MRPІІ, ERP, CSRP).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Колесников С. Н. Планирование деятельности производственного предприятия. — М. : ІС- Паблишинг, 2006. — 280 с.
2. SAP ERP. Построение эффективной системы управления / пер.с англ. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2008. — 346 с.
3. Корнієнко О. В. Алгоритм вибору зразків безпilotних літальних апаратів на основі показників їх досконалості // Мат. наук.-практ. конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту» / О. В. Корнієнко, О. В. Самков, Захарченко Ю. А. — Херсон : ХНТУ, 2008. — С. 554–555.
4. Методика порівняльного оцінювання авіаційних тренажерів // Вестник Херсонского национального технического университета / О. В. Корнієнко, Ю. А. Захарченко, А. С. Височанський, С. Ю. Качур [та ін.] — Херсон : ХНТУ, 2008. — № 3 (32). — С. 138–142.