

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

© Сорочак О.З., Рачинська Г.В., 2010

Виокремлено сукупність технічних і економічних показників ефективності технологічних процесів (ТП) машинобудівного виробництва. Запропоновано модель оцінювання технологічної системи на основі базової моделі DEA послідовним оцінюванням альтернативних технологічних процесів за наборами вагових коефіцієнтів входів і виходів і розрахунку комплексного показника ефективності ТП.

Ключові слова: технічні, економічні показники ефективності технологічного процесу, модель.

Are distinguished set of technical and economic efficiency indicators of technological processes (TP), engineering production. A model of technological assessment system based on the basic DEA model by successively evaluating alternative technological processes with sets of weights of inputs and outputs, optimal for each of them and calculate the complex index of the effectiveness of TAs.

Keywords: technical, economic performance process, model.

Постановка проблеми

Технічний рівень сучасного виробництва, форми його організації та управління, відповідно, рівень конкурентоспроможності підприємства значною мірою визначаються станом технологічних процесів, які застосовують на конкретних підприємствах. Діагностика рівня технологій за узагальненими показниками, встановлення критеріїв оптимальності технологічних процесів і вибір раціонального варіанта процесу відповідно до конкретної ситуації зумовлюють необхідність проведення досліджень щодо оцінювання порівняльної ефективності альтернативних варіантів технологічних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вибираючи технологічний процес, як правило, керуються критерієм мінімуму технологічної собівартості річного випуску продукції або мінімумом приведених затрат [1]. Попередній вибір варіанта ТП залежить від рівня умовно-постійних і змінних витрат і річного обсягу випуску продукції.

У сучасних дослідженнях, які висвітлені в працях І.І. Юрчишина, Я.М. Литвиняка, І.С. Грицяя, М.Л. Кукляка та інших [2, с. 72], основним критерієм оптимізації ТП є також мінімальна величина технологічної собівартості. "За наявності кількох варіантів технологічного процесу з однаковою величиною цього критерію, для них розраховують величину критерію оптимізації другого і, за необхідності, третього рівнів. До цих критеріїв належать:

- 1) середня максимальна продуктивність виготовлення;
- 2) середній максимальний коефіцієнт завантаження основного технологічного устаткування.

Оптимальний варіант технологічного процесу за порівняно невеликої кількості конкуруючих варіантів встановлюється методом повного перебору шляхів в організаційному графі". Однак застосування тільки економічних показників не дозволяє точно оцінити ефективність ТП для прийняття рішення щодо його практичного впровадження, бо відсутні зворотні зв'язки між цими показниками та іншими техніко-економічними характеристиками виробництва. Тому важливим є використання під час оцінювання ТП технічних показників ефективності, або поєднання технічних та економічних показників у комплексний показник.

Постановка цілей

- виокремлення сукупності показників, які характеризують рівень технологічних процесів машинобудівного виробництва;
- формування моделі для оцінювання відносної ефективності альтернативних варіантів технологічних процесів.

Виклад основного матеріалу

Під час вибору технологічного процесу (ТП) завжди особливу увагу приділяють його ефективності. За характером відображення показники ефективності поділяють на економічні і технічні [3]. До економічних зараховують найчастіше капітальні та зведені витрати і технологічну собівартість виготовлення продукції згідно з запроєктованим ТП.

Серед технічних показників ефективності ТП можна виділити такі групи:

- показники надійності ТП – відсоток технологічно-невиправного браку, час простою технологічного устаткування у планових ремонтах;
- показники технологічності – гнучкість, коефіцієнт технологічної оснащеності, безвідходність виробництва, коефіцієнт стандартизації ТП, енергоощадність;
- показники продуктивності – трудомісткість та неперервність, вихід готової продукції.

Взаємозв'язок основних показників ефективності ТП наведено на рис. 1.

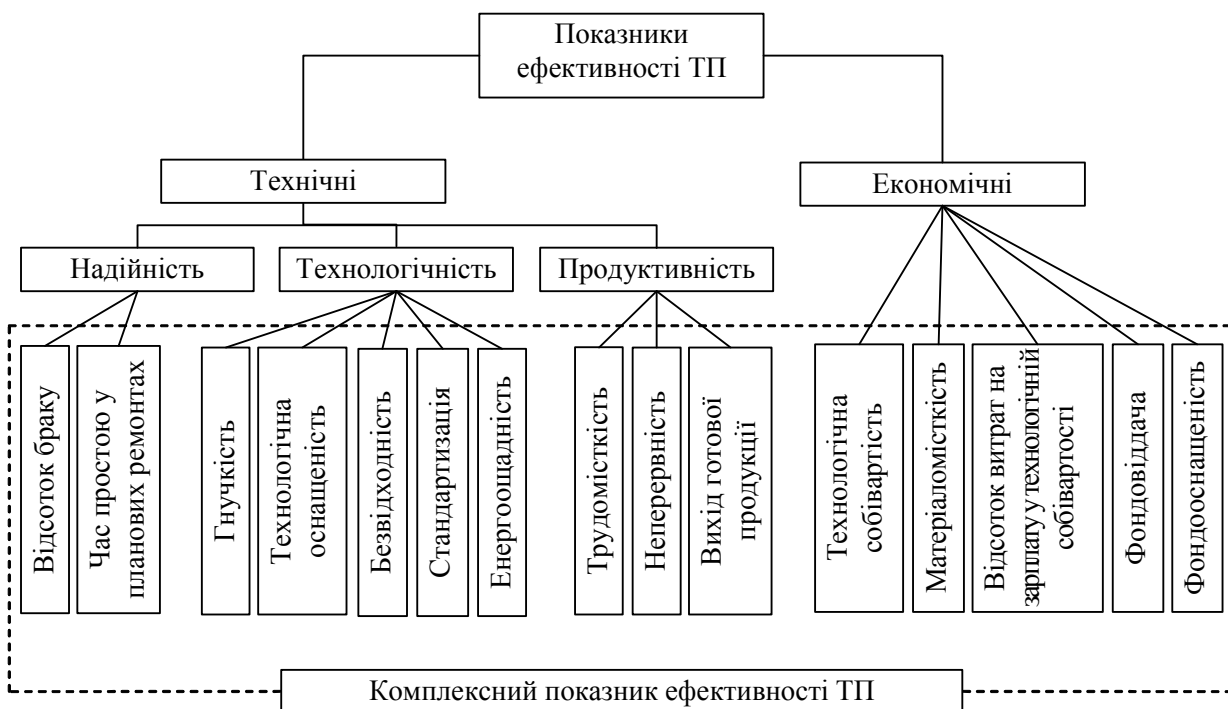


Рис. 1. Основні показники ефективності ТП

Деякі автори пропонують включати до показників ефективності ТП також експлуатаційні показники продукції, яка є результатом цього процесу.

Об'єднати перераховані вище показники ефективності ТП в один комплексний показник можна, скориставшись широко розповсюдженим методом порівняльного оцінювання об'єктів Data Envelopment Analysis (DEA). Однозначного перекладу українською мовою назви цього методу немає, тому використовують назви “Аналіз середовища функціонування”, “Метод оболонки даних”, “Метод згортки даних” та “Аналіз вкладеності даних”.

Метод DEA заснований на побудові межі ефективності, яка є аналогом виробничої функції для випадку, коли випуск не скалярний, а векторний. Межа ефективності має форму опуклої оболонки або опуклого конуса в просторі входних і вихідних змінних. Межа використовується як еталон для одержання числового значення ефективності кожного з оцінюваних технологічних процесів. Проте метод DEA має таку особливість: він дає змогу оцінювати тільки відносну ефективність ТП, тобто їх ефективність порівняно один з одним. Ступінь ефективності ТП визначається їх близькістю до межі ефективності в багатовимірному просторі входів/виходів. Спосіб побудови межі ефективності – багатократне розв’язання задачі лінійного програмування. Межа формується як кусково-лінійна крива, яка з’єднує найефективніші точки, тим самим формуючи опуклу криву виробничих можливостей.

Метод DEA має низку переваг, а саме [3]:

- дає змогу обчислити один агрегований показник ефективності для кожного об’єкта на основі оброблення декількох входних і вихідних змінних, кожен з яких можна подати в різних одиницях вимірювання;
- не вимагає апріорної вказівки вагових коефіцієнтів для змінних, які відповідають входним і вихідним параметрам під час розв’язання задачі оцінювання.

Оскільки в цьому дослідженні використовується модель, орієнтована на мінімізацію витрат, то можна розглянути базову модель DEA, враховуючи передумови про постійну віддачу від масштабу. Базовий варіант методу DEA припускає на основі формалізованого зображення технологічної системи (див. рис. 2), за відповідного змістовного вибору входних і вихідних параметрів, зображення структури комплексного показника ефективності як відношення зваженого деяким способом адитивного набору вихідних характеристик Y_i ($i = 1, 2 \dots, k$) до відповідного набору входних параметрів X_s ($s = 1, 2 \dots, m$).

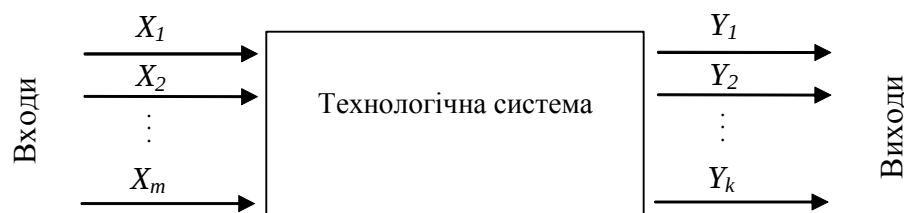


Рис. 2. Формалізоване зображення моделі оцінювання технологічної системи

Якщо наявна інформація про M ресурси і K випуск для кожного з N альтернативних варіантів технологічного процесу, то для j -го ТП ці дані зображені вектор-стовпцем X_s і Y_i , відповідно. Дані для всіх N ТП подані в матрицях розмірності $M \times N$ (матриця входів X) і $K \times N$ (матриця виходів Y).

Для кожного альтернативного j -го ТП з множини N необхідно отримати міру співвідношення всього випуску до всього обсягу ресурсів, що можна подати у формі коефіцієнта ефективності f_j :

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^k u_i Y_{ij}}{\sum_{s=1}^m v_s X_{sj}}, \quad (1)$$

де u_i – позитивні вагові коефіцієнти подані вектором $K \times 1$, що характеризують відносний внесок кожного з вихідних чинників Y_{ij} в сумарний коефіцієнт ефективності f_j , а відповідно v_s – ваги входних величин X_{sj} зображені вектором $M \times 1$.

Усі ваги мають розмірність, що забезпечує перетворення кожного входу і виходу в безрозмірну числову форму. Відзначимо, що значення коефіцієнта ефективності f_j зазвичай вважають такими, що лежать в діапазоні одиничного інтервалу $[0, 1]$, що позначається на способі вибору ваг. У традиційній

постановці задачі оцінювання вибір найпродуктивнішого елемента вимагає призначення уніфікованого набору ваг, який застосовується до всіх N об'єктів. Це, своєю чергою, ставить проблему прийнятності цього набору ваг для всіх об'єктів. По-перше, може виявитися доволі складно апіорно оцінити важливість входів і виходів. По-друге, різні об'єкти можуть вибирати різні моделі свого функціонування, і різні входи/виходи матимуть різні цінності з техніко-економічного погляду.

У роботі [4] вперше була сформульована проблема, яку створює вибір уніфікованого набору ваг для оцінювання порівняльної ефективності. Автори визнали право кожного об'єкта по-різному оцінювати важливість своїх входів і виходів і дозволили застосовувати такий набір ваг, який зображає об'єкт в найкращому світлі порівняно з іншими. Замість використання єдиного уніфікованого набору ваг послідовно оцінюють усі об'єкти за наборами ваг, оптимальними для кожного з них. З урахуванням цього продуктивність аналізованого на поточному кроці об'єкта j і беруть максимальною (за рахунок вибору ваг), за умови, що продуктивність решти всіх об'єктів залишається ≤ 1 .

Отже, змінними під час розв'язання задачі оцінювання порівняльної ефективності альтернативних варіантів ТП є ваги їх входів і виходів. Розв'язання цієї задачі припускає пошук таких u і v , за яких коефіцієнт ефективності для j -го ТП буде максимальним, за умови, що він менший або дорівнює одиниці. Формулювання цієї математичної моделі у матричній формі матиме вигляд

$$\begin{aligned} & \max_{u,v} (uY^{(j)} / vX^{(j)}) \\ & \text{за обмежень: } uY / vX \leq 1, \\ & u, v \geq 0, \\ & \text{де } j = 1, 2, 3, \dots, N. \end{aligned} \quad (2)$$

Розв'язавши цю задачу для кожного об'єкта j , одержимо значення f_j , тобто максимально можливу продуктивність j -го ТП, і ваги, що дозволяють отримати цю ефективність. Якщо $f_j = 1$, то j -й ТП ефективний щодо решти альтернатив. Якщо $f_j < 1$, то деякий інший ТП виявляється ефективнішим, ніж j -й ТП, навіть за умови вибору ваг для максимізації ефективності цього ТП.

Для практичного застосування запропонованої моделі оцінювання відносної ефективності альтернативних варіантів ТП необхідно обґрунтувати вибір показників входів і виходів технологічної системи. Пропонується як вхідні агреговані параметри використовувати X_{1j} – вартість технологічного устаткування та оснащення необхідного для реалізації j -го альтернативного варіанта ТП; X_{2j} – виробничу площу, яка необхідна для організації дільниці чи цеху; X_{3j} – кількість основних робітників, які будуть задіяні у виробничому процесі. Вихідними параметрами системи вважати: Y_{1j} – обсяг випуску продукції за одиницю часу (змину, декаду, місяць тощо) у вартісному вираженні за цеховою собівартістю; Y_{2j} – рівень якості продукції, що випускається.

Застосування цих агрегованих показників пояснюється тим, що, наприклад, вартість технологічного устаткування та оснащення, необхідного для реалізації ТП, впливатиме на більшість економічних показників ефективності – технологічну собівартість, фондівіддачу і фондооснащеність, а також такий показник, як технологічна оснащеність. Розмір виробничої площі, необхідної для організації дільниці чи цеху безпосередньо матиме вплив також на економічні показники, а кількість основних робітників – на показники надійності, гнучкості, відсоток витрат на зарплату у технологічній собівартості, фондооснащеність. Аналогічно агреговані вихідні параметри технологічної системи пов'язані з такими показниками ефективності: обсяг випуску продукції за одиницю часу – зі всіма показниками продуктивності, безвідходністю та показниками надійності; рівень якості продукції – в сукупності характеризуватиме більшість експлуатаційних її показників, стандартизацію тощо.

Висновки

Дослідження підходів до оцінювання показників ефективності технологічного процесу дає змогу зробити такі висновки:

1. Вибираючи оптимальний варіант технологічного процесу, на підприємстві доцільно використовувати технічні і економічні показники ефективності ТП. До технічних зараховують надійність, технологічність, продуктивність які можна оцінити за відсотком браку, часу простою у планових ремонтах, гнучкістю, технологічною оснащеністю, безвідходністю, енергоощадністю, трудомісткістю, неперервністю, виходом готової продукції відповідно. Економічні показники характеризуються технологічною собівартістю, матеріаломісткістю, відсоток витрат на зарплату у технологічній собівартості, фондівдачею, фондооснащеністю.

2. Об'єднати перераховані вище показники ефективності ТП в один комплексний показник можна, скориставшись широко розповсюдженим методом порівняльного оцінювання об'єктів Data Envelopment Analysis (DEA). Ступінь ефективності ТП визначається їх близькістю до межі ефективності в багатовимірному просторі входів/виходів. Спосіб побудови межі ефективності – багаторазове розв'язання задачі лінійного програмування.

3. Розв'язуючи задачу оцінювання порівняльної ефективності альтернативних варіантів ТП є ваги їх входів і виходів. Розв'язання цієї задачі припускає пошук таких змінних, за яких коефіцієнт ефективності для j -го ТП буде максимальним, за умови, що він менший або дорівнює одиниці.

Перспективи подальших досліджень

Наступним етапом дослідження має стати апробація запропонованої моделі оцінювання відносної ефективності альтернативних варіантів ТП для практичного застосування в умовах конкретних технологічних систем.

1. Минько Э.В., Поз В.А., Покровский А.В. Практикум по дисциплине “Организация и планирование приборостроительного производства. Управление предприятием”. СПб.: Политехника, 1991. – 192 с. 2. Юрчишин І.І. та ін. Технологія машинобудування; Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навч. посібник. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2009. – 528 с. 3. Cooper, W.W. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software / W.W. Cooper, L.M. Seiford, K. Tone. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. – 318 p. 4. Charnes A., Cooper W.W. and Rhoder E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. Eur. J. Opl. Res 2, 429–444