

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Робота присвячена аналізу впливу економічних параметрів на процеси організації роботизованого виробництва і створенню методики розрахунків економічної ефективності роботизації машинобудівних галузей промисловості

Вступ. У сучасному машинобудуванні незалежно від галузі виробництва (верстатобудування, авіаційна і космічна техніка, суднобудування, виробництво гами приладів та побутової техніки, машини агротехнічного комплексу, військова техніка і озброєння) для автоматизації різних за характером і складністю технологічних процесів широко застосовуються промислові роботи [1–3].

Постановка задачі і метод вирішення. У науково-технічній літературі є достатньо інформації про типи і технічні характеристики сучасних промислових робіт та методи їх технологічного застосування у промисловості. На жаль, у цих публікаціях відсутні показники економічної ефективності застосування нових технологій, а відомі спеціальні економічні роботи [6-10] характеризуються надвисокою розгалуженістю, складністю швидкого застосування їх безпосередньо у цехах машинобудівних галузей промисловості і вимагають наявності безпосередньо у виробничих умовах висококваліфікованих спеціалістів економічного профілю.

Усе це ускладнює оцінку економічної ефективності безпосередньо у виробництві включно з початковими ланками технологічного циклу. Крім того недостатньо висвітлено критерії прогресивності нової техніки і технології протягом довгого часу експлуатації, що має відповідні нюанси у порівнянні з розрахунками показників ефективності, зокрема продуктивності праці, окупаємості капітальних вкладень в нові технології і термінів окупаємості витрат, позациклових витрат та інше.

Тому всебічне дослідження економічної ефективності і прогресивності нових технологічних процесів і, в першу чергу, стосовно промислових робіт і роботизації виробництва, а також аналізу економічних підстав впровадження роботизованих технологій є актуальним питанням, вирішення якого має не тільки наукове, але і, що не менш важливо, практичне значення.

Саме цьому присвячена дана стаття, метою якої є створення і вивчення спрощених методик оцінки економічної ефективності роботизації виробництва безпосередньо у виробничих умовах підприємства.

Дослідження цього питання виконувалось у рамках наукової програми “Розробка прогресивних технологій та енергозбереження у машинобудуванні” (Державні науково-технічні програми 05.43, 04.04 ДКНТ та Міннауки України за 1995-1999 рр.).

Розробка методики дослідження. Нижче наведені деякі результати відповідних досліджень по оцінці економічної ефективності впровадження у виробництво роботизованих технологій обробки і складання деталей в умовах машинобудівного виробництва.

З урахуванням зазначеного застосувались нові підходи до оцінки економічної ефективності, зокрема параметрів приведених витрат продукції, коефіцієнта еквівалентності, що враховує збільшення якості впроваджуваних технологій у порівнянні з базовими та інше.

Експериментальні дослідження. В умовах ринкової економіки, безперервного поліпшення методів госпрозрахунку і підвищення впливу економічних показників, а також показників конкуренції на параметри виробництва важливу роль відіграє отримання значного економічного ефекту від впровадження промислових роботів, а також реальне зниження собівартості продукції і підвищення рентабельності виробництва. У кінцевому розрахунку технічні, технологічні, організаційні і соціальні переваги використання у виробництві промислових роботів повинні матеріалізуватися у підвищенні показників економічної ефективності. При цьому однією з головних проблем є оцінка доцільності впровадження промислових роботів як напряму нової техніки у відповідності з показниками економічної ефективності.

Порівняльні дані, що характеризують показники впровадження засобів механізації і автоматизації у промислове виробництво машинобудівних галузей господарського комплексу (табл. 1), свідчать про перспективність використання промислових роботів на основних і допоміжних операціях. При цьому враховується, що роботи дозволяють реалізовувати часткову чи комплексну автоматизацію виробничих процесів.

Таблиця 1. Порівняльні дані впровадження засобів механізації і автоматизації у машинобудівне виробництво

| Показники | Шляхи підвищення ефективності технологічних процесів | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| | механізація | Спеціальні і автомати | Автомати на базі уніфікованих вузлів | Гнучкі роботизовані комплекси |
| Вірогідний об'єм механізації і автоматизації від загального об'єму продукції, %. | до 90 | 3–8 | 15–20 | до 80 |
| Коефіцієнт підвищення змінної продуктивності основного обладнання | 1,5–2,0 | 2,0–3,0 | 2,0–3,0 | 1,5–2,0 |
| Коефіцієнт підвищення продуктивності “живої” праці. | 1,5–2,0 | 2–6 | 2–6 | 4,5–8,0 |
| Середня вартість оснащення для одного і того ж типу робіт, тис. грн. | до 1 | 5–30 | 3–20 | 3–50 |
| Середня кількість машин, що обслуговується одним робітником, шт. | 1 | 1–3 | 1–3 | 3–5 |
| Умовне вивільнення робітників у розрахунку на 1000 чоловік, чол. | 300–500 | 25–40 | 100–170 | 650–700 |
| Час проектування, виготовлення, впровадження, роки | до 1 | 2–4 | 1–3 | до 1 |

Економічний ефект, який досягається від умовного вивільнення робітників при їх заміні промисловими роботами, проявляється у підвищення продуктивності праці, покращенні використанні основного технічного обладнання, підвищенні його змінності і завантаження, а, відповідно, зростанні річного фонду роботи обладнання. Крім того, зменшення виробничих втрат від браку, нерівномірності ритму роботи на протязі зміни при ручному обслуговуванні обладнання чи ручному складанні продукції веде до зростання погодинної і змінної продуктивності на роботизованому виробництві без збільшення площі і капітальних витрат на додаткове обладнання.

Важливе місце у системі показників, які відображують ефективність впровадження промислових роботів у виробництво, має зменшення витрат на технологічну підготовку виробництва при переході на випуск нової продукції, оптимізація кількісних оборотних запасів деталей і складальних одиниць, зниження норми амортизаційних відрахувань, що пояснюється можливістю багатократної переналадки роботів на випуск нової продукції. При цьому збільшення витрат, що пов'язані з втратами часу на переналадки, не повинно перевищувати економію, досягнуту за рахунок зростання інтенсивності експлуатації обладнання при роботизації виробництва.

При визначенні економічної ефективності від впровадження роботів у виробництво, крім економії заробітної платні, необхідно враховувати вартість усієї системи життєзабезпечення працюючих і соціальні аспекти: вартість навчання робітників, послуг сфери охорони здоров'я, квартирних умов, соціального забезпечення та інше.

Річний економічний ефект від впровадження роботів визначається різницею між сумою витрат на замінюемого роботом працівника і сумою витрат на впровадження у виробництво роботу. У суму витрат на робітника входять: основна і допоміжна заробітна платня, вартість навчання робітника своїй професії. Крім того, у зв'язку з тим, що коефіцієнт завантаження обладнання при обслуговуванні робота наближається до одиниці, враховується збільшення випуску продукції з одиниці обладнання. У суму витрат на впровадження роботів входять щорічні амортизаційні відрахування від вартості спеціального технологічного обладнання, необхідного для обслуговування робота.

При оцінці економічної ефективності роботизованого виробництва неможливо у виборі об'єкту аналізу задовольнятися тільки власне промисловим роботом. Необхідно розглядати комплекс заходів – автоматизовану технологічну систему, побудовану на базі одного чи групи роботів.

Методика оцінки економічної ефективності від впровадження автоматизованого обладнання для механоскладальних роботизованих комплексів враховує супоставність, до яких відносяться капітальні вкладення і собівартість продукції.

Виділимо основні етапи методики розрахунку економічної ефективності роботизації виробництва.

1. Додаткові капітальні вкладення K_{∂} (грн.):

$$K_{\partial} = K_{н.в.} - K_{б.в.}, \text{ де} \quad (1)$$

$K_{н.в.}$ – нові капітальні витрати, пов'язані з створенням і впровадженням роботизованих комплексів;

$K_{б.в.}$ – базові капітальні витрати, необхідні для організації виробництва без застосування роботів.

2. Повний економічний ефект E_n (грн.):

$$E_n = E_{з.м.} + E_m + E_o, \text{ де} \quad (2)$$

$E_{з.м.}$ – річний економічний ефект від зниження трудомісткості виготовлення продукції з допомогою робототехнологічних комплексів;

E_m – економічний ефект за рахунок скорочення витрат на технологічну підготовку виробництва при заміні об'єктів виробництва;

E_o – економічний ефект за рахунок скорочення термінів освоєння нових виробів.

3. Строк окупності $T_{ок}$ додаткових капітальних вкладень (роки):

$$T_{ок} = \frac{K_{\partial}}{E_n}. \quad (3)$$

4. Річний економічний ефект $E_{з.т.}$ (грн.):

$$E_{з.т.} = (C_{\bar{o}} + E_o \cdot K_{н.в.}) - (C_n + E_n \cdot K_{н.в.}), \text{ де} \quad (4)$$

$C_{\bar{o}}$ і C_n – відповідно собівартість продукції у розрахунку на річну програму до і після впровадження робототехнологічних комплексів;

E_n – галузевий нормативний коефіцієнт ефективності.

Виконані статистичні дослідження показали, що для середнього машинобудування $E_n=0,12$, а для приладобудування $E_n=0,2$.

5. При використанні частини обладнання (з числа діючого на підприємстві) при впровадженні промислових роботів і передачі вивільної частини для використання в інших цехах виробництва розмір капітальних вкладень по впровадженню роботів зменшується на суму ефективно діючого старого обладнання. Якщо частину діючого обладнання списують на брухт, то вартість обладнання, що залишилась, за мінусом суми реалізації по ціні брухту, додається до вартості обладнання після впровадження нових технологій. Сума залишкової вартості C_3 (грн.):

$$C_3 = C_n - (\sum B_{a.s.} - B_{ек}) - C_l, \text{ де} \quad (5)$$

C_n – початкова вартість обладнання по оптовій ціні;

$\sum B_{a.s.}$ – сума нарахувань амортизаційних відрахувань за всі роки функціонування обладнання;

$B_{ек}$ – витрати на експлуатацію обладнання за весь термін його роботи;

C_l – вартість обладнання по ціні брухту.

Тоді повний річний економічний ефект E_n становитиме:

$$E_n = (C_{\bar{o}} + E_o \cdot K_{\bar{o}.в.}) - C_n + E_o (K_{н.в.} - C_3). \quad (6)$$

6.3 урахуванням зростання об'єму випуску продукції в результаті впровадження роботів

$$E_{з.т.} = (C_n + E_n \cdot K_{\bar{o}.в.}) \cdot \frac{B_n}{B_{\bar{o}}} - C_n + E_n (K_{н.в.} - C_3), \text{ де} \quad (7)$$

B_n і $B_{\bar{o}}$ – відповідно об'ємі випуску виробів у проектуємому і діючому виробництвах.

7. Технологічна собівартість C_n для i -ї операції становить:

$$C_n = C_{з.с.} + B_{ек} + C_{ос} + K_{пл}, \text{ де} \quad (8)$$

$C_{з.с.}$ – основна і допоміжна заробітна платня виробників з нарахуванням у фонд соціального страхування, що перепадають на виріб для виконання i -ї операції;

$B_{ек}$ – витрати на обслуговування обладнання для тих же умов;

$C_{ос}$ – витрати на експлуатацію оснащення;

$K_{пл}$ – витрати на утримання виробничих площ.

Тут

$$C_{з.с.} = \frac{t_{ум} \cdot T_{сн} \cdot K_{д.з.} \cdot K_n}{60 \cdot 100}, \quad (9)$$

$$B_{екі} = B_{мі} + B_{аі} + B_{еі}, \text{ де}$$

$t_{ум}$ – штучний час для i -ї операції, хв.;

$T_{сн}$ – погодинна тарифна ставка для i -ї операції, коп.;

$K_{д.з.}$ – коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну платню;

K_n – коефіцієнт, що враховує нарахування у фонд соціального страхування;

$B_{екі}$ – вартість експлуатації для i -ї операції, грн.;

$B_{мі}$ – витрати на ремонт обладнання у розрахунку на партію деталей i -ї операції, грн.;

$B_{аі}$ – амортизаційні відрахування на виготовлення i -ї операції, грн.;

$B_{еі}$ – вартість енергетичних витрат на партію деталей для i -ї операції, грн.

8. Амортизаційні нарахування:

$$B_{аі} = \frac{t_{ум} \cdot K_{б.о.} \cdot A_n}{60 \cdot \Phi}, \text{ де} \quad (10)$$

$K_{б.о.}$ – балансна вартість обладнання, грн.;

A_n – діюча норма амортизації;

Φ – дійсний фонд часу роботи обладнання, год.

9. Витрати $B_{мі}$ на ремонт обладнання (грн.) розраховують за формулою (11):

$$B_{мі} = \frac{t_{ум} \cdot A_o \cdot \Gamma}{60 \cdot t_p}, \text{ де} \quad (11)$$

A_o – норма витрат на ремонт одиниці ремонтної складності обладнання, грн.;

Γ – група ремонтної складності обладнання;

t_p – проміжок міжремонтного періоду, год.

10. Витрати на всі види енергії $B_{еі}$ (грн.) при виконанні i -ї операції

$$B_{еі} = \frac{t_{ум} \cdot \Pi \cdot M_o \cdot B_n}{60}, \text{ де} \quad (12)$$

Π – тариф 1 кВт·год. вживаємої енергії (у порівнянні до електроенергії), грн.;

M_o – потужність основних двигунів обладнання;

$B_n = \frac{K_n \cdot K_e}{K_o}$ – коефіцієнт, що враховує втрати енергії (K_e – коефіцієнт корисної дії двигуна).

11. Ефективність впровадження робототехнічних комплексів полягає не тільки у зниженні трудомісткості виготовлення деталей, але і у скороченні витрат під час переходу від виготовлення одних виробів на інші внаслідок здібності робототехнологічних комплексів до переналадок. Зростання витрат на автоматизацію означає підвищення рівня автоматизації і неодмінно буде супроводжуватись розширенням номенклатури виготовлення продукції і зниження серійності випуску засобів автоматизації.

12. Середньорічний економічний ефект за рахунок скорочення витрат на

підготовку виробництва E_m (грн.) при умові заміни виготовляємої продукції складає:

$$E_m = \frac{C_{n1} + C_{з1} + C_{n1} \cdot O_n}{\Phi_{вин}} - \frac{C_{ртек}}{\Phi_e}, \text{ де} \quad (13)$$

C_{n1} , $C_{з1}$, C_{n1} – відповідно витрати на проектування, виготовлення дослідного зразка і одиниці обладнання при серійному виготовленні його (грн.);

O_n – необхідна кількість одиниць обладнання на програму року;

$C_{ртек}$ – витрата на проектування і виготовлення частини робототехнологічного комплексу, яка використовується для виготовлення як старих, так і нових виробів;

Φ_e і $\Phi_{вин}$ – відповідно фонди часу ефективної роботи робототехнологічного комплексу та безперервного випуску продукції ($\Phi_e \geq \Phi_{вин}$), год.

13. Середньорічний економічний ефект, що отримується у народному господарстві внаслідок скорочення термінів у освоєння нових виробів у зв'язку з впровадженням робототехнологічних комплексів (грн.):

$$E_o = E_z \frac{r \cdot (\Phi_{вин} - 1)}{\Phi_{вин}(r-1)}, \text{ де} \quad (14)$$

$E_z = E_{з.м.} + E_m$ – економічний ефект від впровадження робототехнологічного комплексу (грн.)

$r = 1 + \frac{H_p}{100}$ – коефіцієнт складності процесу;

H_p – норма рентабельності у галузі.

При оцінці економічної ефективності від впровадження роботів у механоскладальне виробництво можливо скористатися загальними техніко-економічними показниками, а саме:

1. Період окупності $T_{ок}$ (роки):

$$T_{ок} = \frac{B_{p1}}{T_e - B_{1,2}}, \text{ де} \quad (15)$$

T_e – загальна економія трудових ресурсів за рік, грн.;

$B_{1,2}$ – витрати на утримання робота за рік при роботі у одну чи дві зміни відповідно, грн.;

B_{p1} – витрати на виготовлення робота, грн.

2. З урахуванням коефіцієнта X підвищення (зниження) продуктивності праці і вартості обладнання D , що обслуговується роботом, період окупності $T_{ок}$ розраховується за формулою (16):

$$T_{ок} = \frac{B_{p1}}{T_e - B_{1,2} \pm X(T_{ок} + D)}, \text{ де} \quad (16)$$

знак “+” береться при підвищенні продуктивності праці, а знак “-” – при зниженні.

5. Експериментальне дослідження.

Розроблена методика розрахунку економічної ефективності була щільно перевірена у цехах різних машинобудівних заводів при впровадженні робототехнологічних комплексів. Деякі результати цієї роботи наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. *Результати впровадження методики розрахунку економічної ефективності впровадження робіт у виробництво*

| <i>Підприємство</i> | <i>Кількість обслугованих робіт, шт.</i> | <i>Економічний ефект, тис. грн.</i> |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Київський завод “Авіант” | 40 | 120 |
| Харківський завод ФЕД | 30 | 105 |
| Тернопільський комбайновий завод | 45 | 115 |
| Львівський завод “Електробуттехніка” | 25 | 75 |
| Одеський завод “Кисеньмаш” | 35 | 115 |
| Київський завод експериментальних технологій | 28 | 90 |

Наведені дані свідчать про якість оцінки економічної ефективності впровадження нової техніки на різних за характером виробництва машинобудівних підприємств України.

6. Висновки.

1. Розроблена, перевірена і впроваджена у виробництво методика оцінки економічної ефективності прогресивної технології – роботизації виробничих процесів.

2. Нова методика оцінки ефективності призначена для експрес оцінки ефективності впровадження нових технологічних процесів.

3. Запропонована методика оцінки економічної ефективності базується на використанні основних показників виробництва, що дозволяє спростити і прискорити виконання відповідних розрахунків.

4. У подальшому слід провести роботи по розширенню кількості параметрів виробництва і їх урахуванні у оцінці ефективності впровадження нових технологій, що, безумовно, підвищить точність економічних розрахунків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мельничук П.П., Боровик А.І, Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування. Вид. Житомирського державного технологічного університету, 2005, 835 с.
2. Ямпольський Л.С., Ткач С.М. Промислові роботи (підручник). Вид. Житомирського державного технологічного університету, 2005, 752 с.
3. Костюк В.І., Гавриш А.П., Ямпольський Л.С., Карлов О.Г. Промислові роботи. К., Вища школа, 1985, 360 с.
4. Гавриш А.П., Ямпольський Л.С. Гнучкі робототехнічні системи (підручник). К., Вища школа, 1989, 408 с.
5. Спыну Г.А. Промышленные роботы. К., Вища школа, 1985, 176 с.
6. Бажал Ю.М. Економічна теорія технологічних змін. Навч. Посібник. К., "Заповіт", 1996, 240 с.
7. Економічна енциклопедія. У 3-х т. (Редкол.: С.В.Мочерний (відп. ред.) та ін. К., вид. Центр "Академія", 2000, 864 с.
8. Климко Г.Н., Нестеренко В.П., Савчук В.С., Чухно А.А. та ін. Основи економічної теорії. Підручник. К., Вища школа, 1997, 742 с.
9. Павловський М.А. Стратегія розвитку суспільства. Економіка, політологія, соціологія. К., "Техніка", 2001, 310 с.
10. Покропивний С.Ф. Економіка промисловості. Донецьк, вид. ДНТУ, 1995, 600 с.