

О. А. Гавриш, П. О. Киричок

ЕКОНОМІКА ТА МЕНЕДЖМЕНТ РОБОТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА У ПОЛІГРАФІЧНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Розглядаються питання впливу економічних параметрів на процеси організації роботизованого виробництва й створення методики розрахунків економічної ефективності роботизації в поліграфічному машинобудуванні.

Author revises questions of influence of economical parameters on process of robot-operated production organization and creation of calculation method of robotization cost efficiency in polygraphical machine building

У сучасному поліграфічному машинобудуванні незалежно від виду виробництва (друкарська техніка, машини для розрізання, пакувальне устаткування) для автоматизації різних за характером і складністю технологічних процесів широко застосовуються промислові роботи [2, 5, 6, 9, 10].

У науково-технічній літературі є достатньо інформації про типи й технічні характеристики сучасних промислових роботів і методи технологічного застосування їх у промисловості. Проте в цих публікаціях відсутні показники економічної ефективності від впровадження нових технологій, а відомі спеціальні економічні роботи [1 – 4, 7 – 8] характеризуються надвисокою розгалуженістю, складністю використання їх у цехах машинобудівних підприємств і вимагають безпосередньо у виробничих умовах висококваліфікованих спеціалістів економічного профілю. Крім того, недостатньо висвітлено критерії прогресивності нової техніки і технологій протягом довгого часу експлуатації.

Тому всебічне дослідження економічної ефективності й прогресивності нових технологічних процесів, передусім роботизації виробництва, а також економічних підстав для впровадження роботизованих технологій є актуальним питанням, вирішення якого має не тільки наукове, але й практичне значення.

Дана стаття присвячена створенню і вивченню спрощених методик оцінки економічної ефективності роботизації виробництва безпосередньо у виробничих умовах підприємства. Дослідження цієї проблеми здійснювалось 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.).

Нами подаються деякі результати відповідних досліджень з оцінки економічної ефективності впровадження у виробництво роботизованих технологій обробки і складання деталей в умовах виробництва поліграфічних машин. При цьому застосувались нові підходи до оцінювання економічної ефективності, зокрема параметрів приведених витрат продукції й коефіцієнта еквівалентності, з урахуванням поліпшення якості впроваджуваних технологій порівняно з базовими та ін.

В умовах ринкової економіки – безперервного удосконалення методів госпрозрахунку, зростання впливу економічних показників і показників конкуренції на параметри виробництва – важливу роль відіграють отриманий значний економічний ефект від впровадження промислових роботів, реальне зниження собівартості продукції і підвищення рентабельності виробництва. У кінцевому підсумку технічні, технологічні, організаційні й соціальні переваги використання у

виробництві промислових роботів повинні матеріалізуватись у підвищенні показників економічної ефективності. І тут однією з головних проблем є оцінка доцільності впровадження промислових роботів як напрямку нової техніки відповідно до показників економічної ефективності.

Порівняльні дані, що характеризують впровадження засобів механізації й автоматизації в промислове виробництво поліграфічних 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
Й АВТОМАТИЗАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВО**

Показник	Шлях підвищення ефективності технологічних процесів			
	механізація	спеціальні автомати	автомати на базі уніфікованих вузлів	гнучкі роботизовані комплекси
Вірогідний об'єм механізації та автоматизації від загального обсягу 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, що досягається від умовного вивільнення робітників внаслідок заміни їх промисловими роботами, проявляється в підвищенні продуктивності праці, поліпшенні використання основного технічного обладнання, збільшенні його змінності і завантаження, а відповідно, у зростанні річного фонду роботи обладнання. Крім того, скорочення виробничих втрат від браку й нерівномірності ритму роботи протягом 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 в системі показників, що відображають ефективність впровадження промислових роботів, мають скорочення витрат на технологічну підготовку виробництва, оптимізація кількісних оборотних запасів деталей і складальних одиниць, зменшення норми амортизаційних відрахувань, що пояснюється можливістю багатократного переналагодження роботів на випуск нової продукції. При цьому збільшення витрат, пов'язаних з втратами часу на переналагодження, не повинно перевищувати економію, досягнуту внаслідок 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.

чення 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 замінюваного роботом працівника і сумою витрат на впровадження у виробництво робота. У суму витрат на робітника входять: основна і допоміжна заробітна платня, вартість навчання робітника своєму ремеслу. Оскільки 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'єкта аналізу задовольнятися тільки власне промисловим роботом. Необхідно розглядати комплекс заходів – автоматизовану технологічну систему, побудовану на базі одного чи групи роботів.

Методика розрахунку економічної ефективності від впровадження автоматизованого обладнання для механоскладальних роботизованих комплексів враховує зіставлення капітальних вкладень і собівартості продукції й включає такі основні етапи обчислення:

- 1) Додаткових капітальних вкладень K_d (грн.):

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

де $K_{н.в.}$ – нові капітальні витрати, пов'язані зі створенням і впровадженням роботизованих комплексів; $K_{б.в.}$ – базові капітальні витрати, необхідні для організації виробництва без застосування роботів.

- 2) Повного економічного ефекту E_n (грн.):

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

де $E_{з.т.}$ – річний економічний ефект від зниження трудомісткості виготовлення продукції за допомогою робототехнологічних комплексів; E_t – 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) Строку окупності $T_{ок}$ додаткових капітальних вкладень (роки):

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

- 4) Річного економічного ефекту $E_{з.т.}$ (грн.):

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

де $C_{б.}$ і C_n – відповідно, собівартість продукції в розрахунку на річну програму до й після впровадження робототехнологічних комплексів; E_n – галузевий нормативний коефіцієнт ефективності (виконані статистичні дослідження показали, що для середнього машинобудування $E_n=0,12$, а для поліграфічного – $E_n=0,2$).

- 5) Суми залишкової вартості C_3 (грн.):

$$C_3 = C_n - (\sum B_{ав.} - B_{ек}) - C_d, \quad (5)$$

де C_n – початкова вартість обладнання за оптовою ціною; $\sum B_{ав.}$ – сума нарахувань амортизаційних відрахувань за всі роки функціонування обладнання; $B_{ек}$ – витрати па експлуатацію обладнання за весь термін його роботи; C_d – вартість обладнання за ціною брухту.

При використанні частини обладнання (з діючого на підприємстві) при впровадженні промислових роботів і передачі вивільненої частини для застосування в інших цехах розмір капітальних вкладень на впровадження роботів зменшується на суму ефективно діючого старого обладнання. Якщо частину діючого обладнання списати на брухт, то вартість обладнання, що залишилася, зменшена на суму реалізації за ціною брухту, додається до вартості обладнання після впровадження нових технологій.

Тоді повний річний економічний ефект

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

З урахуванням зростання обсягу випуску продукції в результаті впровадження робіт

$$E_{з.т.} = (C_n + E_n \cdot K_{\bar{o}.e.}) \cdot \frac{B_n}{B_o} - C_n + E_n (K_{n.e.} - C_3) \quad (7)$$

де B_n і B_o – відповідно, об'єми випуску виробів у проєктному і діючому виробництв.

б) Технологічної собівартості C_n для i -ї операції:

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

де $C_{з.с.}$ – основна і допоміжна заробітна платня виробників з нарахуванням у фонд соціального страхування, що припадає 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

$$C_{з.с.} = \frac{t_{шт} \cdot T_{сш} \cdot K_{д.з.} \cdot K_n}{60 \cdot 100}, \quad B_{екi} = B_{mi} + B_{ai} + B_{ei} \quad (9)$$

де $t_{шт}$ – штучний час для i -ї операції, хв; $T_{сш}$ – 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; $B_{екi}$ – вартість експлуатації для i -ї операції, грн.; B_{mi} – витрати на ремонт обладнання у розрахунку на партію деталей i -ї операції, грн.; B_{ai} – амортизаційні відрахування на виготовлення i -ї операції, грн.; B_{ei} – вартість енергетичних витрат на партію деталей для i -ї операції, грн.

7) Амортизаційних нарахувань:

$$B_{ai} = \frac{t_{шт} \cdot K_{б.о.} \cdot A_n}{60 \cdot \Phi} \quad (10)$$

де $K_{б.о.}$ – балансова вартість обладнання, грн.; A_n – діюча норма амортизації; Φ – дійсний фонд часу роботи обладнання, год.

8) Витрат B_{mi} на ремонт обладнання (грн.):

$$B_{mi} = \frac{t_{шт} \cdot A_o \cdot \Gamma}{60 \cdot t_p} \quad (11)$$

де A_o – норма витрат на ремонт одиниці ремонтної складності обладнання, грн.; Γ – група ремонтної складності обладнання; t_p – проміжок міжремонтного періоду, год.

9) Витрат на всі види енергії B_{ei} (грн.) при виконанні i -ї операції:

$$B_{ei} = \frac{t_{шт} \cdot \Pi \cdot M_o \cdot B_n}{60} \quad (12)$$

де Π – тариф 1 кВт·год споживаної 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_o – коефіцієнт корисної дії двигуна).

10) Середньорічного економічного ефекту за рахунок скорочення витрат на підготовку виробництва E_m (грн.) при заміні вироблюваної продукції:

$$E_m = \frac{C_{n1} + C_{з1} + C_{n1} \cdot O_n}{\Phi_{шт}} - \frac{C_{рнк}}{\Phi_e} \quad (13)$$

де C_{n1} , $C_{з1}$, C_{n1} – відповідно, витрати на проєктування та виготовлення дослідного зразка й одиниці обладнання при серійному виробництві його (грн.); O_n – необхідна кількість одиниць обладнання на програму року; $C_{рнк}$ – витрата на проєктування і виготовлення частини робототехнологічного комплексу, що використовується для виробництва як старих, так і нових виробів; Φ_e і $\Phi_{шт}$ – відповідно, фонди часу ефективної роботи робототехнологічного комплексу та безперервного випуску продукції ($\Phi_e > \Phi_{шт}$), год.

Ефективність впровадження робототехнічних комплексів полягає не тільки у зниженні трудомісткості виготовлення деталей, але й у скороченні витрат при переході на випуск інших виробів завдяки здатності робототехнологічних комплексів до переналагодження. Зростання витрат на автоматизацію означає підвищення рівня автоматизації й неодмінно супроводжуватиметься розширенням номенклатури виготовлюваної продукції і скороченням серійності випуску засобів автоматизації.

11) Середньорічного економічного ефекту, що отримується в народному господарстві завдяки скороченню термінів освоєння нових виробів унаслідок впровадження робототехнологічних комплексів (грн.):

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

де $E_z = E_{z.m.} + E_m$ - економічний ефект від впровадження робототехнологічного комплексу (грн.); $r = 1 + \frac{H_p}{100}$ - коефіцієнт складності процесу; H_p - норма рентабельності в галузі.

При оцінці економічної ефективності від впровадження роботів у механоскладальне виробництво можна скористатися загальними техніко-економічними показниками, наприклад:

Період окупності $T_{\text{ок}}$ (роки):

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

де T_e - загальна економія трудових ресурсів за рік, грн.; $B_{1,2}$ - витрати на утримання робота протягом року при роботі, відповідно, в одну чи дві зміни, грн.; B_{p1} - витрати на виготовлення робота, грн.

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

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

де знак «плюс» приймається при підвищенні, а «мінус» - при зниженні продуктивності праці.

Розроблена методика розрахунку економічної ефективності ретельно перевірена в цехах різних машинобудівних заводів при впровадженні робототехнологічних комплексів (табл. 2).

Таблиця 2

РЕЗУЛЬТАТИ ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТІВ У ВИРОБНИЦТВО

Підприємство	Кількість обслуговуваних роботів, од.	Економічний ефект, тис. грн.
Київський завод «Поліграфмаш»	30	95
Олександрійський завод «Поліграфмаш»	25	90
Роменський завод «Поліграфмаш»	35	105
Ходорівський завод «Поліграфмаш»	20	45
Одеський завод поліграфічного машинобудування	30	90

Наведені дані свідчать про якісну оцінку економічної ефективності від впровадження нової техніки на різних за характером виробництва підприємств України.

Запропонована методика оцінки економічної ефективності базується на використанні основних показників виробництва, що дозволяє спростити і прискорити виконання відповідних розрахунків. У подальшому слід провести роботи з розширення кількості параметрів виробництва та урахування їх в оцінці ефективності впровадження нових технологій, що, безумовно, підвищить точність економічних розрахунків.

1. Бажал Ю. М. Економічна теорія технологічних змін: Навч. посіб., К., 1996.
2. Гавриш А. П., Ямпольський Л. С. Гнучкі робототехнічні системи: Підруч. К., 1989.
3. Економічна енциклопедія: У 3-х т. Редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. К., 2000.
4. Климко Г. Н., Нестеренко В. П., Савчук В. С., Чухно А. А. та ін. Основи економічної теорії: Підруч. К., 1997.
5. Костюк В. І., Гавриш А. П., Ямпольський Л. С., Карлов О. Г. Промислові роботи. К., 1985.
6. Мельничук П. П., Боровик А. І., Лінчевський П. А., Петраков Ю. В. Технологія машинобудування. Житомир. 2005.
7. Павловський М. А. Стратегія розвитку суспільства. Економіка, політологія, соціологія. К., 2001.
8. Покропивний С. Ф. Економіка промисловості. Донецьк, 1995.
9. Спину Г. А. Промышленные работы. К., 1985.
10. Ямпольський Л. С., Ткач С. М. Промислові роботи: Підруч. Житомир. 2005.