

ДИНАМІЧНА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАМІНИ ОБЛАДНАННЯ НА ПОЛІГРАФІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

ЦЕСЛІВ О. В.

кандидат технічних наук

ОЛІЙНИК В. І.

КИЇВ

В Україні існує безліч підприємств, які використовують для виробництва своєї продукції машинне устаткування, при впровадженні якого потрібно скласти оптимальний план використання та заміни обладнання. Завдання по заміні устаткування розглядаються як багатостадійний процес, характерний для динамічного програмування.

Аналіз віку друкарських машин на державних поліграфічних підприємствах, показав, що середній вік друкарських машин підприємств перевищує 15 років, лише 8% друкарських машин виготовлено

після 1994 р. В той час як близько 20% машин мають вік, що перевищує 20 років.

Для забезпечення конкурентоспроможності і виживання поліграфічних підприємств в умовах ринку важливе значення має стратегічне планування, яке дозволяє виробити оптимальну інвестиційну політику, спрямовану на оновлення та розвиток виробничої бази підприємства.

Теоретичною й методологічною основою дослідження були роботи вітчизняних і закордонних авторів: Вітлінського В. В., Наконечного С. І., Таха Хемди А., А. Кофмана [7].

Об'єкти та методи дослідження

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процеси заміни встаткування поліграфічного підприємства.

Предметом дослідження є моделі й методи рішення завдань керування процесом заміни встаткування, а також аналіз сучасного стану теорії зношування й заміни обладнання.

У ході дослідження використані методи економіко-математичного моделювання, прогнозування та динамічного програмування.

Постановка завдання

Розглядається плановий період тривалістю 12 років. На початку кожного року планового періоду приймається одне із двох альтернативних рішень: замінити машину новою або продовжити експлуатацію старої машини.

Необхідно визначити оптимальні терміни заміни друкарських машин, обсяги інвестицій та сумарний прибуток в плановому періоді. Обладнання, яке необхідно закупити коштує 100 тис. грн. Прибутки підприємства, для різного обладнання, наведені на (рис. 1).

Результати та їх обговорення

Внаслідок фізичного зношування машини з плином часу падають її виробничі потужності, збільшуються експлуатаційні витрати і в цілому знижується річний прибуток від функціонування машини. Явище фізичного та морального старіння машини враховується в моделі за допомогою сімейства кривих $r(t)$ що характеризують залежність річного прибутку від віку та покоління машини. Ця залежність носить експонентний характер і в аналітичній формі може бути представлена у вигляді:

$$r_N(t) = (P + Q(1 - e^{-\gamma(N-t)}))e^{-\beta t}, \quad (1)$$

де t – вік машин, P та Q , – параметри, що залежать від типу машини; $\beta = 0,01 \div 0,1$ – коефіцієнт, що враховує фізичне старіння машини; $\gamma = 0,1 \div 0,3$ – коефіцієнт, що враховує моральне старіння машини.

Витрати на утримання обладнання істотно залежать від її віку та аналітично визначаються функцією

$$u(t) = A + B(1 - e^{-\beta t}), \quad (2)$$

де A – витрати на утримання нової машини; $A + B$ – граничні витрати на утримання машини в міру її старіння; β – коефіцієнт, що враховує фізичне старіння машини. Витрати на заміну машини можна аналітично представити формулою:

$$c(t) = C(1 - ve^{-\varphi t}), \quad (3)$$

де $\varphi = 0,01 \div 0,05$ – коефіцієнт, що враховує явище морального і фізичного старіння устаткування; C – вартість заміни нескінченно застарілої машини новою; $v = 0,1 \div 0,4$ – частка C , що залишається в якості продажної ціни машини відразу після покупки.

Оптимальна політика заміни машини формується з умови максимізації сумарного прибутку за весь планований період з урахуванням витрат на заміну машини і визначається за допомогою функціональних рівнянь Р. Беллмана [1].

Припустимо, що рішення приймаються тільки в моменти часу $t = 0, 1, 2, \dots$ і що у кожний такий момент ми повинні вирішити, чи зберегти стару машину (це рішення будемо позначати буквою K) або купити нову (це рішення позначимо через P). Нехай $f(t)$ – сумарний дохід при оптимальній політиці за весь період від використання машини, що мала до початку процесу вік t . Для того щоб сумарний дохід залишався кінцевим, введемо коефіцієнт знижки, тобто. припустимо, що одна одиниця доходу на деякому кроці рівносильна одиницям доходу наступного кроку. Це – відомий прийом математичної економіки. Тоді, діючи звичайним чином, ми отримаємо функціональне рівняння :

$$f(t) = \max \left[\frac{P : r(0) - u(0) - c(t) + af(1)}{K : r(t) - u(t) + af(t+1)} \right]. \quad (4)$$

Ясно, що оптимальна політика полягає в такому: тримати машину, поки вона не пропрацює T років, а потім замінити її новою. Поклавши

$$n(t) = r(t) - u(t); \quad (5)$$

де $n(t)$ – прибуток підприємства, тоді прийдемо до такої систем рівнянь:

$$\begin{cases} f(0) = n(0) + af(1), \\ f(1) = n(1) + af(2), \\ \dots\dots\dots \\ f(T-1) = n(T-1) + af(T), \\ f(T) = -c(T) + n(0) + af(1). \end{cases} \quad (6)$$

Розв’язуючи цю систему відносно $f(1)$, отримуємо:

$$f(1) = \frac{[n(1) + an(2) + \dots + a^{T-2}n(T-1) + n(0)a^{T-1}] - a^{T-1}c(t)}{1 - a^T} \quad (7)$$

Невідоме значення T вибирається так, щоб максимізувати цей вираз для $f(1)$, оскільки, максимізуючи $f(1)$, ми, очевидно, максимізуємо $if(0)$.

Програмна реалізація розрахунків з використанням даної моделі виконана в середовищі MS Excel. Нижче представлені результати розрахунків для основного виду виробничого обладнання поліграфічних підприємств – друкарських машин.

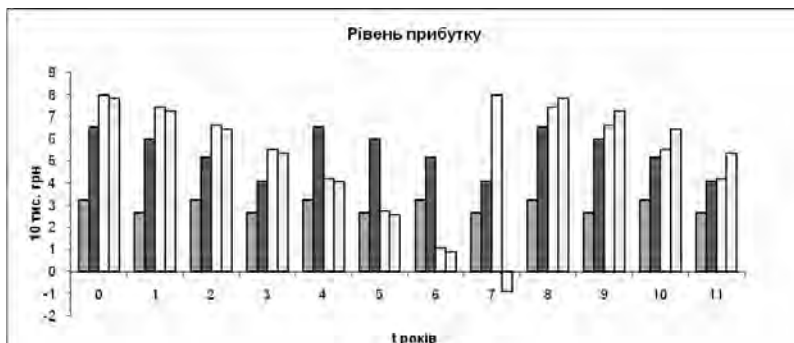


Рис. 1. Щорічні прибутки компанії

Проаналізувавши розрахунки (табл.1) знаходимо, що найкращий термін заміни обладнання – чотири роки. Якщо компанія буде притримуватись даного плану то в дванадцятирічний період отримає прибуток в розмірі 932,23987 тис. грн. що на 49.24% більше від прибутку який можна отримати не замінюючи обладнання.

Висновки

Наукова новизна роботи полягає в дослідженні динамічної економіко-математичної моделі, що забезпечують ефективність багатокрокового процесу керування стратегією заміни старого виробничого встаткування. У цілому результати проведених розрахунків

свідчать, що внаслідок порушення оптимальних строків заміни обладнання підприємства несуть втрати, більші ніж прибуток за розрахунковий період. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Беллман Р, Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М.: Наука, 1965. – 459 с.
2. Кофман А. Методы и модели исследования операций. – М.:МИР,1977. – 432 с.
3. Савицька Г. В. Економічний аналіз діяльності підприємства: Навч. посібник.– К.: Знання, 2004. – 654с.

Таблиця 1

Розрахунок циклів заміни обладнання

Етапи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f_1(t)$	12,28	11,74	10,91	9,82	8,52	7,02	5,36	3,57	1,65	–
$f_2(t)$	24,02	22,65	20,74	18,34	15,54	12,39	11,74	11,74		
$f_3(t)$	46,68	32,48	29,26	25,37	22,65	22,65				
$f_4(t)$	79,17	41	36,28	32,48	32,48	32,48	32,48			
$f_5(t)$	120,17	48,08	43,39	42,31	41	41				
$f_6(t)$	168,2	55,14	53,22	50,83	49,52	48,02	48,02			
$f_7(t)$	223,34	64,92	61,74	59,35	56,54	55,14	55,14			
$f_8(t)$	288,31	73,48	70,26	66,37	64,96	64,96				
$f_9(t)$	361,8	82	77,28	74,79	73,48	73,48				
$f_{10}(t)$	443,81	89,03	85,71	83,31	82	73,48	73,48			
$f_{11}(t)$	532,84	97,45	94,23	91,83	82	89,03	89,03			
$f_{12}(t)$	630,29	105,97	103,58	93,75	100,77	100,77				