

15. МЕТОД ОКРЕМОГО РОЗРАХУНКУ ВАРТОСТІ

При експлуатації виникає потреба заміни обладнання внаслідок зменшення прибутків з таких причин:

1. Вартість продукції P_t із зростанням часу t зменшується як унаслідок фізичного старіння, так і через зростаючі витрати часу і коштів на ремонт.
2. Експлуатаційні витрати EK_t із плином часу зростають через витрати на ремонт.

Ми повинні контролювати процес зменшення прибутку з плином часу і визначити термін, коли обладнання треба змінити на нове з метою отримання максимального прибутку.

Вважасмо, що нам відомі статистичні дані про вартість продукції P_t , яку випускає обладнання; експлуатаційні витрати EK_t ; вартість нового обладнання V_0 та залишкова вартість обладнання VZ_t віком t (табл. 15.1).

Таблиця 15.1
Статистичні щорічні прибутки та витрати при експлуатації
обладнання ($V_0 = 20$ тис. грн., $VZ_t = 0$ тис. грн.)

Характеристика обладнання, тис. грн.	Вік обладнання t					
	0	1	2	3	4	5
P_t	40	37	33	29	25	20
EK_t	10	11	13	15	17	20

Якщо б у нас постало питання заміни обладнання на t -му поточному році роботи обладнання, то ми повинні були б розрахувати прибуток для двох випадків (вважаємо, що обладнання на початок року має вік t років):

1. Обладнання *не замінюється*. Прибуток дорівнює

$$f_t^1 = P_t - EK_t \quad (15.1)$$

2. Обладнання *замінюється*. Прибуток дорівнює

$$f_t^2 = P_0 - EK_0 - V_0 + VZ_t \quad (15.2)$$

де P_t, P_0 – вартість продукції, яку випускає обладнання віком t , та нове обладнання (при $t=0$ років);

EK_t, EK_0 – експлуатаційні витрати на обладнання віком t та нове обладнання;

V_0 – вартість нового обладнання (купівля, транспортування, встановлення, налагодження).

Якщо $f_t^1 < f_t^2$, то обладнання можна міняти. При цьому ми не розглядаємо прибутки від попередніх та наступних років, вважаємо їх рівними нулю.

Розглянемо задачу: потрібно отримати максимальний підсумковий прибуток за 5-річний плановий період із використанням операції заміни обладнання. Це вже відноситься до задачі динамічного програмування, і тому, згідно з алгоритмом динамічного програмування, починаємо розрахунок із кінця у двох варіантах (обладнання замінюється та не замінюється) для етапів $E=5, 4, 3, 2, 1$. Кількість етапів дорівнює кількості років.

Кожний етап розглядається на початку року 5-річчя. На кожному етапі обирається одне з двох можливих рішень: обладнання замінюється або не замінюється у залежності від величини розрахованого підсумкового прибутку. Більший прибуток (із цих двох варіантів) указує обраний шлях, а менший прибуток визначає заборонений шлях. Врахуємо, що обладнання, внаслідок його заміни або незаміни, може мати такий вік: на етапі 5 $t=1, 2, 3, 4$ роки; на етапі 4 $t=1, 2, 3$ роки; на етапі 3 $t=1, 2$ роки; на етапі 2 $t=1$ рік; на етапі 1 $t=0$ років.

Процеси, які відбуваються при експлуатації, якщо не враховувати кошти на придбання нового обладнання, ми можемо уявити графічно (рис. 15.1). Якщо обладнання не замінювати протягом 5-річчя, то щорічні прибутки (вони показані жирними вертикальними лініями і дорівнюють відрізкам $f_t^1 = P_t - EK_t$) поступово зменшуються до нуля. Відповідні процеси при щорічній зміні обладнання, яке отримується

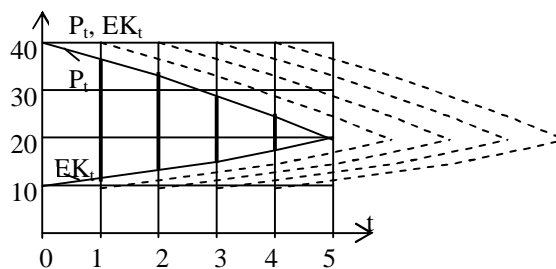


Рис. 15.1. Розрахунок прибутків по етапах

Різниця між формулами (15.1) та (15.2) полягає лише у разових початкових витратах ($-V_0 + VZ_t$). Якщо їх не враховувати (вважаємо, що обладнання дається даром), то можна легко по табличних даних отримати прибуток за п'ятиріччя при умові заміни обладнання на будь-якому етапі. А після цього, знаючи кількість разів заміни обладнання, можна врахувати підсумкову вартість. Ми можемо розглянути умови при 4-разовій, 3-разовій, 2-разовій та 1-разовій заміні обладнання. Потім серед них обираємо найліпший варіант.

Як приклад, у табл. 15.2 наведені дані для одноразової заміни обладнання (протягом п'ятиріччя) на різних роках експлуатації. Дані по прибутку наведені без врахування вартості нового обладнання ($-V_0 + VZ_t$) і з врахуванням цієї вартості.

Таблиця 15.2
Розрахунок прибутків по етапах при одноразовій заміні
обладнання за п'ятиріччя

Дія по заміні обладнання	Роки t					Прибуток без ($-V_0 + VZ_t$)	Прибуток з ($-V_0 + VZ_t$)
	1	2	3	4	5		
Без заміни обладнання	26	20	14	8	0	68	68
Заміна обладнання на 1-му році експлуатації	26	26	20	14	8	94	74
Заміна обладнання на 2-му році експлуатації	26	20	26	20	14	106	86
Заміна обладнання на 3-му році експлуатації	26	20	14	26	20	106	86
Заміна обладнання на 4-му році експлуатації	26	20	14	8	26	94	74

Таким чином, максимум прибутку ми отримали при заміні обладнання на 2-му та 3-му роках експлуатації. Звичайно у таких умовах вважається невигідним на 2-му році замінювати обладнання, бо прибутки забезпечуються рівними, але через рік ми будемо мати обладнання новіше на 1 рік. Тому обладнання на 2-му році не замінюється. Заміна обладнання відбувається на 3-му році експлуатації, прибуток дорівнює 86.

З табл. 15.2 та рис. 15.1 випливає, що проміжки праці нового обладнання протягом п'ятиріччя бажано робити однаковими. Пояснюється це тим, що в іншому разі ми експлуатуємо обладнання на неефективних ділянках. Цим висновком ми будемо користуватись у подальших розрахунках.

У даному випадку ми розглянули питання, коли треба замінювати обладнання, якщо заміна відбувається один раз протягом п'ятиріччя. Але ми повинні відповісти на питання: а скільки разів і коли потрібно замінювати обладнання? Ці розрахунки зведені у табл. 15.3.

Таблиця 15.3

Розрахунок прибутків по етапах при кількаріковій заміні обладнання за п'ятиріччя

Дія по заміні обладнання	Роки t					Прибуток без $(-V_0 + VZ_t)$	Прибуток з $(-V_0 + VZ_t)$
	1	2	3	4	5		
4-разова заміна обладнання	26	26	26	26	26	130	50
3-разова заміна обладнання	26	26	20	26	26	124	64
3-разова заміна обладнання	26	26	26	20	26	124	64
2-разова заміна обладнання	26	26	20	14	26	114	74 – ”нерівномірна” заміна у часі
2-разова заміна обладнання	26	26	20	26	20	118	78
2-разова заміна обладнання	26	20	26	26	20	118	78
1-разова заміна обладнання	26	20	26	20	14	106	86
1-разова заміна обладнання	26	20	14	26	20	106	86

При визначенні терміну заміни обладнання потрібно намагатись замінювати обладнання по можливості “рівномірно”, бо нерівномірне його використання веде до використання невігідних ділянок ефективності експлуатації. *Тобто немає потреби розглядати усі можливі варіанти терміну придбання обладнання.* Як приклад, в табл. 15.3 наведений розрахунок при “нерівномірній” заміні обладнання у часі.

Але якщо ми дійшли висновку, що обладнання потрібно змінювати рівномірно у часі, то виникає питання, **чи не втрачаємо ми прибуток за рахунок нерівномірності, з урахуванням того, що ми розглядаємо заміну обладнання строго лише на початок року. А в разі чіткого дотримання очевидного принципу рівномірності заміни обладнання протягом п'ятиріччя ми повинні замінювати**

обладнання й у середині цього терміну.

Дані табл. 15.1 потрібно перерахувати на нові значення прибутків у зв'язку з тим, що ефективність експлуатації обладнання з плином часу зменшується також і протягом року. При цьому вважаємо, що апроксимуюча ламана лінія зміни ефективності проходить через середини прямокутних щорічних даних. В результаті ми отримуємо такі оптимальні проміжки заміни обладнання та відповідні прибутки за частки року:

1. 1-разова заміна обладнання повинна відбуватись через $\Delta t_1=5/(1+1)=2,5$ року; розрахований середній прибуток за 3-й рік дорівнює 15,5; прибуток за 0,5 року дорівнює 7,75.
2. 2-разова заміна обладнання повинна відбуватись через $\Delta t_1=5/(2+1)=1,66$ року; розрахований середній прибуток за 2-й рік дорівнює 21, прибуток за 0,66 року дорівнює 14,05.
3. 3-разова заміна обладнання повинна відбуватись через $\Delta t_1=5/(3+1)=1,25$ року; розрахований середній прибуток за 2-й рік дорівнює 22,2; прибуток за 0,25 року дорівнює 5,56.
4. 4-разова заміна обладнання повинна відбуватись через $\Delta t_1=5/(4+1)=1,0$ року.

Тут треба враховувати, що в табл. 15.1 наведені дані за цілий рік. У цьому випадку розрахунки можна виконати для одного циклу заміни обладнання з перерахуванням прибутку на п'ятиріччя.

Таблиця 15.4

Розрахунок прибутків по етапах при кількарізовій заміні обладнання за п'ятиріччя з точним дотриманням термінів заміни

Дія по заміні обладнання	Прибуток за 1 цикл	Прибуток за п'ятиріччя	
		Прибуток без $(-V_0 + VZ_t)$	Прибуток з $(-V_0 + VZ_t)$
4-разова заміна обладнання	26	$26 \cdot 5 = 130$	50
3-разова заміна обладнання	$26 + 5,56 = 31,56$	$31,56 \cdot 4 = 126$	66
2-разова заміна обладнання	$26 + 14,5 = 40,5$	$40,5 \cdot 3 = 121,5$	81,5
1-разова заміна обладнання	$26 + 20 + 7,75 = 53,7$	$53,7 \cdot 2 = 107,4$	87,4

Висновки: 1. Заміна обладнання повинна бути одноразовою на 3-му році експлуатації, бо у цьому випадку ми отримуємо найбільший

прибуток. Якщо ми виконаємо заміну через 2,5 року експлуатації, то отримаємо збільшений прибуток.

2. Заміну обладнання треба виконувати рівномірно у часі.

3. Перевірку заміни обладнання рекомендується починати з одноразової заміни за п'ятиріччя, а далі розрахувати показники дворазової заміни; якщо дворазова заміна обладнання показує збільшення прибутку, то потрібно перейти до перевірки триразової заміни і т.д.

Таблиця 15.5

Статистичні дані експлуатації обладнання
($V_0=15N$ тис. грн., $VZ_t = 0$ тис. грн.)

Характеристика обладнання, тис. грн.	Вік обладнання t					
	0	1	2	3	4	5
P_t , тис. грн.	$32N+A$	$28N+2$	$22N$	$19N$	$16N$	$12N$
EK_t , тис. грн.	$5N$	$7N$	$9N$	$10N$	$11N$	$12N$

Таблиця 15.6

Статистичні дані експлуатації обладнання
($V_0=10N$ тис. грн., $VZ_t = 0$ тис. грн.)

Характеристика обладнання, тис. грн.	Вік обладнання t					
	0	1	2	3	4	5
P_t , тис. грн.	$21N+A$	$18N+2$	$15N$	$14N$	$11N$	$9N$
EK_t , тис. грн.	$4N$	$5N$	$6N$	$7N$	$8N$	$10N$

Тут N – порядковий номер студента у групі; $A=\sqrt{N}$.