

# ЕКОНОМІКА ПІДПРИЄМСТВА ТА ПРОСТОРОВО-КЛАСТЕРНИЙ БІЗНЕС

УДК 658.274

## Методи оптимізації строків експлуатації основних фондів на підприємстві

*Іванов С.В., д.е.н., проф., зав. каф. фінансів і маркетингу ДВНЗ ПДАБА*

*Захарченко Н.В., к.е.н., доц. каф. фінансів і маркетингу ДВНЗ ПДАБА*

**Анотація:** В процесі експлуатації машини і механізми піддаються зносу, внаслідок чого їх виробнича потужність падає, а експлуатаційні витрати зростають. Тому власнику потрібно вирішити: яку машину продовжувати експлуатувати, а яку варто замінити. При цьому доведеться порівнювати машини з різними термінами експлуатації. Для вирішення цього завдання авторами розроблено та запропоновано методику визначення оптимального періоду оновлення, при порівнянні машин і механізмів з різними термінами експлуатації. Як критерій необхідності оновлення пропонується використовувати показник еквівалентного ануїтету приведеної вартості витрат по кожній одиниці техніки.

Рано чи пізно настає момент, коли машину необхідно замінити. Тому авторами розроблено та запропоновано методику визначення економічно доцільного терміну заміни з використанням методу динамічного програмування. Критерієм необхідності заміни виступає мінімальна вартість заміни.

Аналіз методів визначення оптимальних строків експлуатації активної частини основних виробничих фондів показав, що ці методи не враховують такі важливі фактори, які у теперішніх умовах господарювання враховувати просто необхідно. К таким факторам відносяться:

- умови володіння машинами та механізмами (власна, чи на умовах фінансового або оперативного лізингу), для якої визначається оптимальна політика заміни;

- в залежності від права власності присутність або відсутність вибору визначення амортизаційної політики;
- застосування техніки дисконтування при обґрунтуванні економічно доцільного періоду експлуатації;
- врахування інфляції в розрахунках оптимального строку служби машин та механізмів.

Тому запропоновані авторами методи оптимізації строків експлуатації основних фондів на підприємстві є актуальними і своєчасними.

**Ключові слова:** активна частина основних виробничих фондів; машини і механізми; період експлуатації; приведені витрати; ануїтет; річні порівнянні витрати; динамічне програмування.

**Annotation:** In the process of exploitation of machine and mechanisms yield to the wear, as a result them a production capacity falls, and running expenses grow. It is needed to decide the proprietor: what machine to continue to exploit, and that it costs to replace. Thus it will be to compare machines to the different terms of exploitation. For the decision of this task methodology of determination of optimal period of updating is offered, at comparing of machines and mechanisms to the different terms of exploitation. As a criterion of necessity of updating it is suggested to us index of equivalent annuity the brought cost over of charges on every unit of technique.

A moment comes sooner or later, when a machine must be replaced. Methodology of determination economically of expedient term of replacement is therefore offered with the use of method of the dynamic programming. A minimum renewal cost comes forward as a criterion of necessity of replacement.

Analysis methods for determining the optimal useful life of the active part of fixed assets showed that these methods do not take into account such important factors in current economic conditions into account is necessary. To this such factors include:

- possession of machines and mechanisms (private or under financial or operational leasing) for which determined the optimal replacement policy;

- depending on the ownership presence or absence of determining depreciation policy choice;
- the use of technology discounted at justification economically viable period of operation;
- taking account of inflation in calculating optimal service life of machines and mechanisms.

Therefore, the authors proposed optimization methods useful life of fixed assets in the enterprise is relevant and timely.

**Keywords:** active part of capital productive assets; period of operation; the current value of expenses; annuity; dynamic programming.

**Актуальність проблеми та її взаємозв'язок з важливими науково-практичними завданнями.** В процесі експлуатації активної частини основних виробничих фондів (далі ОВФ) на підприємстві настає момент фізичного і морального її зносу, коли подальше використання машин і механізмів стає економічно не вигідним.

Якщо підприємство не проводить періодичного відтворення активної частини ОВФ, то його конкурентоспроможність падатиме (рис. 1). Та зношування ОВФ прогресує через низькі темпи заміни застарілого обладнання новим. Статистичні дані, що наводяться різними авторами, не завжди об'єктивні, бо протягом останніх 15 років наводяться практично незмінна інформація: зношування ОВФ, в т.ч. і їх активної частини, в Україні перевищило 50%, а в окремих галузях (металургія, вугільна промисловість та ін.) наближається до 70%. Цей рівень зношування називають небезпечною межею, після цього рівня починається деградація виробництва [5].

Завдання відтворення і оновлення активної частини ОВФ в чистому вигляді виникає тоді, коли необхідно відповісти на питання: продовжувати експлуатацію старої машини або замінити її новою; яку з машин слід продовжувати експлуатувати, а від якої взагалі позбавитися? Завдання ускладнюється, якщо доводиться порівнювати машини і механізми з різними

термінами експлуатації. При рішенні задачі потрібно буде порівнювати п одиниць однотипних машин та механізмів.

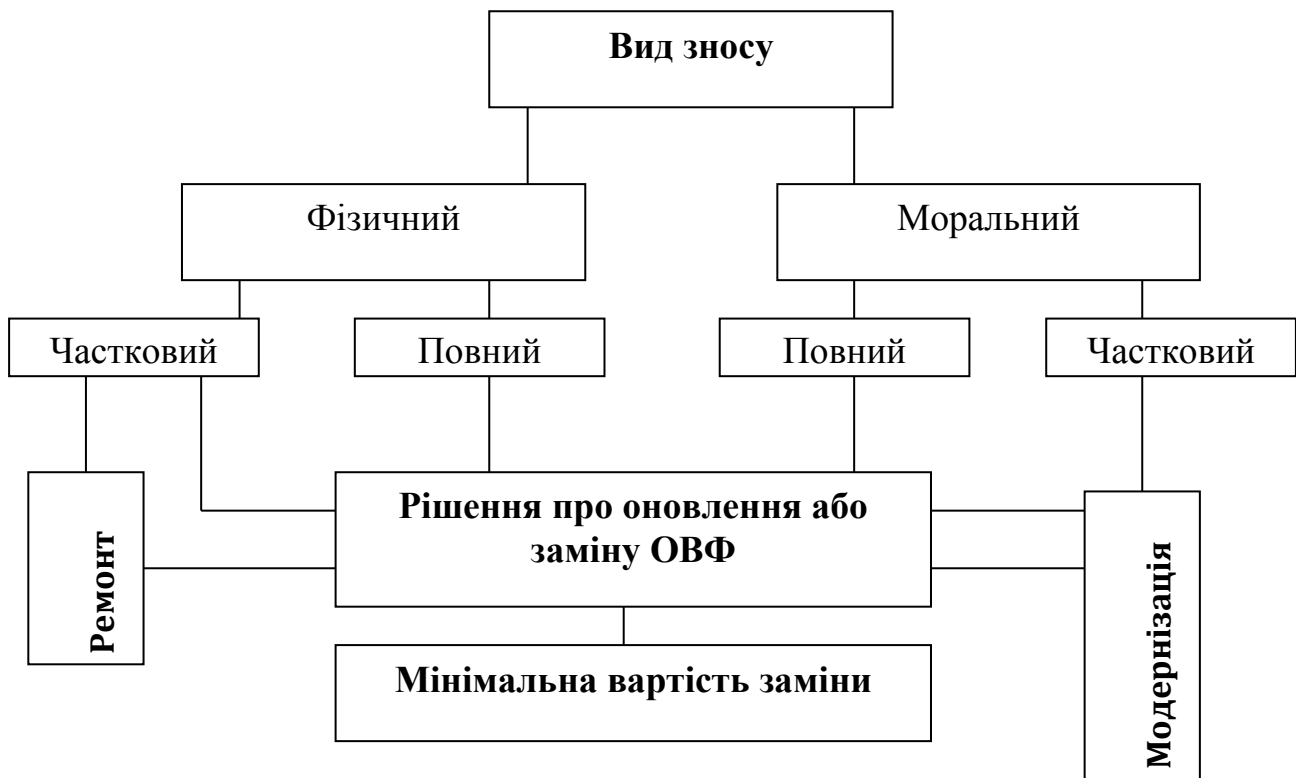


Рис. 1. Взаємозв'язок зносу ОВФ та прийняття рішення відносно його заміни

#### **Аналіз останніх наукових досліджень з досліджуваної проблеми.**

Необхідно відмітити, що порівняння альтернатив, в даному випадку машин і механізмів з різними життєвими циклами, і ухвалення найбільш економічного рішення є одним з найскладніших завдань в інвестиційному менеджменті, його вирішенням займалися Беренс В., Бірман Г., Брейлі Р., Ведерніков М. Д., Волков І. М., Іванов О. А., Завгородній А. Г., Капінос Г. І., Мертенс А., Пеліхов Є. Ф., Стадницький Ю. І., Сумець О. М., Тюріна Н. М., Хавранек П., Шмидт С. А. і ін., прикладними завданнями динамічного програмування займалися такі вчені як Беллман Р. і Дрейфус С.

**Мета роботи.** Метою дослідження є розробка методів відтворення активної частини ОВФ, які дозволять порівнювати машини і механізми з різними термінами експлуатації за допомогою методів фінансового

менеджменту і визначати економічну доцільність їх подальшого використання, а також розробити політику їх оновлення, використовуючи метод динамічного програмування.

**Викладання основного матеріалу дослідження.** Порівняння і вибір найбільш економічної машини не є важким завданням, якщо ці альтернативи - аналізовані засоби механізації, мають рівні життєві цикли. Для цього необхідно порівняти приведені витрати пов'язані з експлуатацією кожної з даних машин і зробити вибір на користь тієї, яка забезпечує мінімальні приведені витрати [1;3;4]. У разі, коли інвестиційні альтернативи мають різну тривалість життєвого циклу і необхідно зробити ці альтернативи порівнянними, можна вибрати одну з наступних гіпотез:

- припустити, що підприємство реінвестує кошти в машини і механізми з такими самими характеристиками, як і у тих, що вона використовує сьогодні;

- конкретизувати, які саме можливості відкриваються перед підприємством в майбутньому (для застосування цієї гіпотези потрібне серйозне прогнозування, що обумовлює трудність застосування її на практиці).

Якщо періоди експлуатації порівнюваних машин не кратні один одному, то для забезпечення порівнянності розрахунків необхідно знайти загальний множник термінів експлуатації цих машин [1;4]. Альтернативи повинні порівнюватися на одному і тому ж проміжку часу. Для цього необхідно розрахувати величину приведених витрат за період, протягом якого одночасно закінчується терміни життя інвестицій цих альтернатив. Машина з найменшою величиною приведених витрат буде найпривабливіша для інвестування. Цей варіант зіставлення альтернатив досить трудомісткий і громіздкий.

Ще один спосіб рішення цієї задачі полягає в наступному: знаючи величину приведених витрат по експлуатації кожної з даних машин, розраховують їх річні порівняні витрати (ануїтет). Розрахунок ведуть за формулою:

$$C = PV_i / B(n; r), \quad (1)$$

де  $C$  - річні порівняні витрати (ануїтет) по кожному з даних варіантів, тис. грн.;

$PV_i$  - величина приведених витрат по кожному з варіантів, тис. грн.;

$i$  - період експлуатації машини, років;

$V(n; r)$  - коефіцієнт ануїтету для  $n$  - років і  $r$  - відсотків.

Потім множать річні порівняні витрати по кожному виду засобів активної частини ОВФ на коефіцієнт ануїтету за  $n$  років (він кратний періодам експлуатації або життєвим циклам машин) при відомій ставці відсотка. Оскільки при розрахунку величини приведених витрат при використанні машин річні порівняні витрати множать на один і той же коефіцієнт ануїтету, то нічого не зміниться якщо порівнювати не річні порівнянні витрати, а їх поточні вартості. Тому, рекомендується для вирішення таких завдань застосовувати зручніший інструмент - рівномірні річні витрати (чи еквівалентні річні витрати, або еквівалентний ануїтет) далі рівномірні річні витрати. Цей метод розрахунку є визначенням величини приведених витрат ( $PV_i$ ) в річному численні. Метод розрахунку еквівалентного ануїтету полегшує вибір альтернативи, що забезпечує мінімальну величину приведених витрат.

Застосування методу розрахунку рівномірних річних витрат дозволяє порівнювати різні по конструкції типи машин та механізмів, але однакові по потужності, які виконують одні й ті ж операції, з різними періодами експлуатації. Це дає можливість відповісти на питання відносно доцільності подальшої експлуатації тієї або іншої машини.

Наступне питання, з яким зіткнеться будь-яке підприємство - питання відтворення активної частини ОВФ.

Відтворення основних фондів може бути просте або розширене. Просте відтворення відбувається шляхом ремонту, модернізації або заміни, розширене – шляхом капітального будівництва [8].

Ефективність відтворення основних фондів великою мірою залежить від строків їх експлуатації. В процесі експлуатації машини і механізми зношуються і необхідно вирішити, коли робити заміну. Строки експлуатації мають бути

оптимальними. На практиці застосовується простіший метод оптимізації строків експлуатації – через мінімізацію суми середньорічного розміру амортизації та ремонтних витрат [8]. Ми пропонуємо політику заміни представити як набір рішень, що приймаються у кінці кожного року, про те, замінювати або не замінювати наявні машини і механізми.

На практиці час заміни кожного виду активної частини ОВФ швидше залежить від економічних умов, ніж доводиться на момент їх повного фізичного зносу. Вартість заміни залежить від вартості нової машини і вартості її перепродажу, вибраного методу нарахування амортизації і умов експлуатації [4;6;7].

Уявимо собі, що машина вже куплена і її можна експлуатувати до повного фізичного і морального зносу. А чи вигідно це? Її можна продати після 1-го року, після 2-го року і т.д. Таким чином, маємо декілька варіантів заміни. Машина може бути потрібна на один рік (тривалість реалізації проекту - 1 рік), а може його доведеться використовувати і далі. Звідси і виникає питання з економічної точки зору, коли машину вигідно продати і купити іншу (якщо це необхідно)? Оптимальний варіант заміни залежатиме від багатьох чинників і від приведеної вартості машини у тому числі. Рішення про заміну залежатиме від того рішення, яке ми раніше прийняли і, виходячи з цього, отримуємо таке рекурентне співвідношення [2]:

$$\begin{aligned} G_i &= \min (G_j + PV_{ij}) \\ i &= n - 1, n - 2, \dots, 1, \\ j &= i + 1, i + 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

де  $G_i$  - мінімальна вартість заміни, тис. грн.;

$PV_{ij}$  - приведена або дисконтована вартість машини, що купується на початку  $i$ -го року і що продається на початку  $j$  роки, тис. грн.;

$G_j$  - вартість заміни на попередньому кроці, тис. грн.

З вищевикладеного виходить, що визначення термінів заміни активної частини ОВФ на підприємстві необхідно здійснювати в наступній послідовності:

1. Визначити усі витрати і вигоди, пов'язані з купівлею устаткування, які мають бути взяті до уваги: вартість купівлі; амортизаційні відрахування; витрати, пов'язані з правом власності; вартість простою машини; експлуатаційні витрати; вартість заміни; вартість морального зносу; вартість перебазування; витрати на технічне обслуговування і ремонт; вартість перепродажу.

2. Обрати з  $n$ -го числа можливих методів нарахування амортизації той, що буде застосовуватися. Цей вибір впливає на окупність капітальних вкладень.

3. Врахувати у розрахунках зміну вартості грошей у часі з використанням ставки дисконтування. На її величину вплинуть три складові - інфляція, ризик і альтернативна можливість використання грошей.

4. Визначити приведену або дисконтовану вартість машини ( $PV_{ij}$ ), що купується на початку  $i$ -го року і що продається на початку  $j$ -го року. Усі приведені вартості обчислюються на початку року за формулою:

$$PV_{ij} = f(X_i), \quad (2)$$

де  $X_i$  - певний вид витрат або вигод, пов'язаних з купівлею, тис. грн.

5. Визначити за допомогою методу динамічного програмування мінімальну вартість заміни -  $G_i$ , тис. грн. Рішення будується рекурентно (кожне наступне рішення ґрунтується на результатах попередніх рішень); кожне з можливих рішень аналізується, і горизонт аналізу збільшується, поки не буде отримано рішення задачі в цілому.

Таким чином, визначення оптимального терміну заміни машини зводиться до наступних послідовних кроків (див. табл.1).

Проведене дослідження дозволяє зробити такі **висновки**. У ринкових умовах політика відтворення активної частини ОВФ повинна виходити з ринкових критеріїв, тобто варіанти заміни порівнюються або за мінімальними витратами, або за максимальним прибутком. Активна частина ОВФ з часом зношується як в буквальному розумінні слова, так і "морально". У будь-якому випадку, рано чи пізно виникає завдання заміни старих машин і механізмів новими.



Таблиця 1

## Визначення оптимального терміну заміни активної частина ОВФ

G	Рік 2	Рік 3	Рік 4	Рік 5	Рік j	Min вартість обраного	Обраний варіант	N кро- ку
G <sub>i</sub>	-	-	-	-	$G_i = \min(G_j + PV_{ij})$	G <sub>i</sub>	варіант	n
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	....
G <sub>5</sub>	-	-	-	$G_5=0$	-	$G_5=0$	варіант	1
G <sub>4</sub>	-	-	-	$G_4 = \min(PV_{45} + \min G_5)$	-	minG <sub>4</sub>	варіант	2
G <sub>3</sub>	-	-	$G_3 = \min(PV_{34} + \min G_4)$	$G_3 = \min(PV_{35} + \min G_5)$	-	minG <sub>3</sub>	варіант	3
G <sub>2</sub>	-	$G_2 = \min(PV_{23} + \min G_3)$	$G_2 = \min(PV_{24} + \min G_4)$	$G_2 = \min(PV_{25} + \min G_5)$	-	minG <sub>2</sub>	варіант	4
G <sub>1</sub>	$G_1 = \min(PV_{12} + \min G_2)$	$G_1 = \min(PV_{13} + \min G_3)$	$G_1 = \min(PV_{14} + \min G_4)$	$G_1 = \min(PV_{15} + \min G_5)$	-	minG <sub>1</sub>	варіант	5

Політика заміни істотно залежить від якісних характеристик і від умов експлуатації. Тому ми повинні визначити оптимальну політику при різних припущеннях відносно поточних витрат, умов експлуатації, зростання цін і падіння купівельної спроможності грошової одиниці. Що повинна дати така політика - оптимальний термін заміни активної частини ОВФ. Одним із способів визначення оптимального терміну заміни устаткування є метод динамічного програмування. Модель динамічного програмування, як і інші оптимізаційні моделі, ґрунтується на використанні критерію. Як критерій оптимізації ми прийняли мінімальну вартість заміни устаткування. Оскільки рішення замінювати або не замінювати машину повинні прийматися у кінці кожного року, ми очевидно маємо багатокроковий процес. На рішення, що приймається у кінці кожного року, впливають прийняті раніше рішення, кожне з яких наближає кінцеве рішення до оптимального.

Завдання про заміну активної частини ОВФ - дійсно складне завдання. На підприємстві є різне за своїми якісними характеристиками устаткування, з різними термінами служби і умовами експлуатації. Так, однакові за своїми якісними характеристиками машини, з різними умовами експлуатації, з різними методами нарахування зносу матимуть і різні економічно доцільні терміни заміни.

І тому, розробка цієї політики - це складне і дуже необхідне завдання для підприємств, які хочуть вижити в ринкових умовах і бути конкурентоздатними.

На практиці часто виникає ще одне завдання – визначити, чи продовжувати експлуатацію зношеної машини або замінити її новою; яку з наявних в парку машин доцільно замінити. При рішенні цих завдань доводиться порівнювати машини з різними періодами експлуатації. Як критерій вибору і ухвалення інвестиційного рішення можна використовувати мінімальні рівномірні річні витрати при експлуатації тієї або іншої машини.

#### **Список використаних джерел**

1. Беренс В., Хавранек П. Руководство по оценке эффективности инвестиций: Пер. с англ. перераб. и доп. изд. –М.: «Инфра - М», 1995. – 528 с.

2. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования: Пер. с англ. – М.: "Наука", 1965. – 390 с.

3. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов: Пер. с англ. / Под. ред. Л.П. Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 631 с.

4. Дятлова Н. В. Оцінка та вибір ефективного способу забезпечення реалізації будівельного проекту машинами та механізмами. Дисертація кандидата економічних наук зі спеціальності 08.07.03. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 198 с.

5. Пеліхов Є. Ф. Економіка сучасного підприємства / Є. Ф. Пеліхов, О. А Іванова, О. М. Сумець. – К.: «Хай-Тек Прес», 2009. – 344 с.

6. Положення (Стандарт) бухгалтерського обліку № 7 «Основні засоби» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0288-00>.

7. Податковий Кодекс України від 2015 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.profiwins.com.ua/uk/legislation/kodeks/1349.html>.

8. Тюріна Н. М. Економіка промислового підприємства / Н. М. Тюріна, М. Д. Ведерніков, Г.І. Капінос. – Львів: «Новий світ - 2000», 2008. – 312 с.