

УДК. 330.46

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ПРИ ЗАМІНІ ОБЛАДНАННЯ

А.С. ЦЕСЛІВ, К.А. РАКУСЕВИЧ

Київський національний університет України «Київський політехнічний інститут»

*У даній роботі досліджується можливість збільшення прибутку підприємства, за рахунок заміни обладнання. Представлено математичну модель оптимальної політики заміни виробничого устаткування на підприємствах. На її основі проведені розрахунки оптимальних строків заміни машин, обсягів інвестицій і сумарного прибутку в плановому періоді тривалістю 12 років. Доведено, що внаслідок порушення оптимальних строків заміни устаткування підприємства зазнають суттєвих втрат*

В основі невисоких показників продуктивності праці в Україні лежить низька якість виробничого обладнання (основних фондів), його фізичне й функціональне спрацювання. За даними статистики в 2004 році в промисловості фізичне зношування машин й обладнання склало 57,3 %, що відповідає середньому віку устаткування в 21,2 роки, у той час як у США – 6,8 років [1–4].

Для забезпечення конкурентоздатності підприємств вуглевидобувної галузі, в умовах ринку, важливе значення має стратегічне планування, яке має метою виробити оптимальну інвестиційну політику, спрямовану на відновлення й розвиток виробничої бази підприємства. Науковий підхід до рішення цієї проблеми заснований на використанні математичної моделі завдання про заміну устаткування, розробленої американськими математиками Р. Беллманом і С. Дрейфусом. Зберігаючи незмінними загальні положення, прийняті при розробці даної моделі, розглянемо завдання про заміну обладнання на підприємстві ДП «Волиньвугілля».

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.

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'єктом дослідження є процеси заміни устаткування (основних виробничих фондів) підприємства ДП «Волиньвугілля».

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

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

### **Постановка завдання**

Метою роботи є розробка динамічної економіко-математичної моделі по заміні як морально так і фізично застарілого обладнання на нове, сучасне для підвищення прибутковості ДП «Волиньвугілля». Розробка алгоритму розрахунку оптимального часу заміни устаткування.

**Результати та їх обговорення**

У результаті економічного аналізу виявили, що рентабельність всього капіталу підприємства за 2008 рік зменшилась на 13,5% по відношенню до минулого року та склала 2,5%, тобто прибуток з кожної гривні, вкладеної у власність у 2009 році, зменшився на 13,5 копійок.

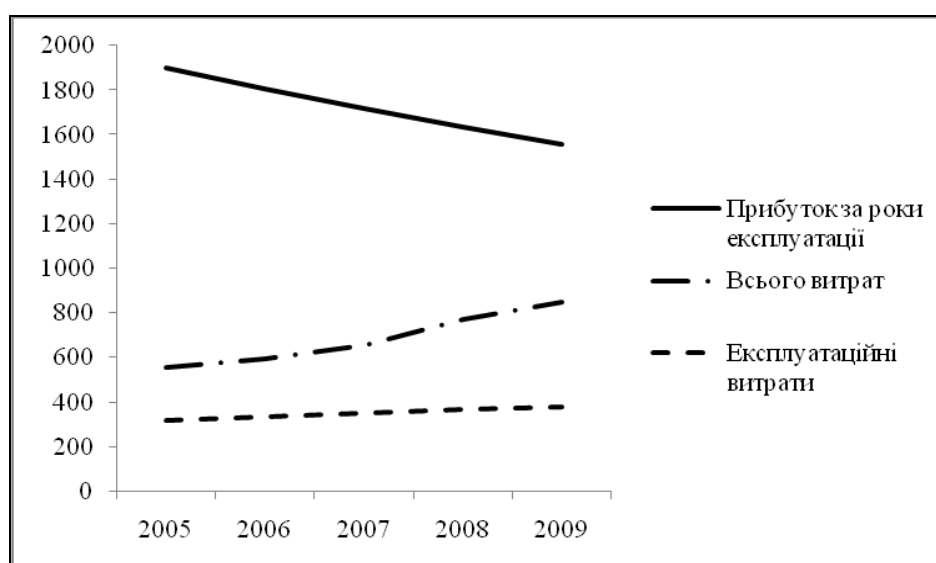
Рентабельність власного капіталу теж зменшилась. Прибуток, що приходиться на одну гривню власного капіталу, вкладеного у закупку вугілля, зменшився на 30,5 копійок та склав 14,3 копійки у 2009 році, проти 44,8 копійок у 2008 році.

Чистий прибуток на 1 гривню обороту у 2008 році склав 6 копійок, у 2009 році 1,7 копійки.

Таблиця 1. **Витрати по статтям собівартості у тому числі на експлуатаційні витрати (2005–2009 рр.)**

Статті витрат	Всього, тис.грн.				
	2005	2006	2007	2008	2009
Прибуток за роки експлуатації	1902	1810	1721	1637	1558
<b>ВСЬОГО ВИТРАТ:</b>	553,2	593,0	651,0	769,6	847,8
Матеріальні витрати	27,8	39,7	43,9	70,3	76
Витрати на оплату праці	90,6	99,6	126,3	173,1	207,1
Відрахування на соціальні заходи	34,2	36,6	48,8	65,1	78,8
Амортизація	81,6	80,9	80,2	95,2	107,3
Експлуатаційні витрати	319,0	336,2	351,8	365,9	378,7

В нашому розпорядженні є дані загальних витрат (у тому числі на ремонт) державного підприємства ДП «Волиньвугілля». Необхідно на основі цих даних виконати аналіз витрат підприємства та розробити прогнози діяльності підприємства у 2010 році.



**Прибуток та витрати за 2005–2009 роки**

Для побудови моделі нам необхідні наступні дані: прибуток, загальні витрати підприємства та витрати на ремонт обладнання. Ця модель буде показувати які витрати підприємство може понести у 2010 році.

Нехай  $r(t)$  – вартість продукції, виробленої за рік на одиниці обладнання, вік якого  $t$  років;  $l(t)$  – щорічні витрати на обслуговування цього обладнання;  $s(t)$  – залишкова вартість обладнання;  $p$  – вартість нового обладнання,  $s(t) = 0$ ; обладнання повністю себе окупило. Обладнання, яке необхідно закупити коштує 100 тис.грн.

Припустимо, що прибуток та витрати на обслуговування машин залежать тільки від терміну використання, тоді згідно з [8] ці функції можна описати експонентними залежностями:

$$r(t) = Pe^{-st}; \quad l(t) = A + B(1 - e^{-\omega t}); \quad (1)$$

де  $P$  – прибуток від нової машини;  $A, B$  – максимальні витрати на обслуговування машини;

$s, \omega$  – коефіцієнти, які визначають швидкість старіння машини. В нашому конкретному випадку  $r(t) = 2000 * e^{-0,05t}$ ;  $l(t) = 300 + 20(1 - e^{-0,1t})$ .

Внаслідок фізичного зношування машини із часом падає її продуктивність, збільшуються експлуатаційні витрати й у цілому знижується річний прибуток від функціонування машини. Науково-технічний прогрес у галузі приводить до створення машини із кращими техніко-економічними показниками. Явище фізичного й морального старіння машини враховується в моделі за допомогою функції  $\varphi(t) = r(t) - l(t)$ , що характеризує залежність річного прибутку від віку машини.

Визначити оптимальний цикл заміни обладнання в період часу тривалістю  $N=12$  років, причому прибуток  $f_N(t)$  від використання обладнання, вік якого  $t$  років, повинен бути максимальним.

У розглянутому процесі вік обладнання відраховується в прямому напрямленні, а етапи, на які розбитий процес, - в протилежному. Таким чином, вік  $t=0$  відповідає початку використання нового обладнання.

Складемо функціональне рівняння. Для цього знайдемо залежність між величинами, які входять до умови задачі, на двох суміжних етапах. Якщо зберегти обладнання, вік якого  $t$  років, то прибуток підприємства від його використання складається з прибутку  $N$ -му етапі, отриманого як різниця  $(r(t) - l(t))$  між вартістю виготовленої продукції та експлуатаційних витрат та прибутком, отриманим за  $N-1$  залишених етапів при роботі на обладнанні, вік якого  $t+1$  років, тобто

$$f_N(t) = r(t) - l(t) + f_{N-1}(t+1) \quad (2)$$

Якщо на  $N$ -му етапі обладнання, вік якого  $t$  років, замінити на нове, то прибуток після такої заміни складається з прибутку, отриманого як різниця сумарних вартостей  $r(t) + r(0) - p + l(0)$ , де  $r(0)$  – вартість продукції, виготовленої на обладнанні, вік якого 0 років, а  $l(0)$  – експлуатаційні витрати, і прибутку, отриманого за  $N-1$  залишених етапів при роботі на обладнанні, вік якого  $0+1$  років, тобто

$$f_N(t) = s(t) - p + r(0) - l(0) + f_{N-1}(1) \quad (3)$$

Таким чином, якщо величина прибутку (2) більше чи дорівнює величині прибутку (3), то необхідно працювати на старому обладнанні, в іншому випадку обладнання необхідно замінити.

Об'єднуючи (2) та (3), запишемо основне функціональне рівняння,

$$f_N(t) = \max \left\{ \begin{array}{l} r(t) - l(t) + f_{N-1}(t+1) \\ s(t) - p + r(0) - l(0) + f_{N-1}(1) \end{array} \right\} \quad (4)$$

де верхній рядок визначає прибуток, який може бути отриманий при роботі на старому обладнанні, нижній – при його заміні. При цьому вважаємо, що перехід до роботи на новому обладнанні відбувається за один етап [3].

Вважаючи в (4)  $N = 1$ , отримуємо функціональне рівняння одного етапного процесу, для якого додаток  $f_{N-1}(t+1)$  та  $f_{N-1}(1)$  не мають змісту, тому з рівняння виключаються:

$$f_1(t) = \max \left\{ \begin{array}{l} r(t) - l(t) \\ s(t) - p + r(0) - l(0) \end{array} \right\} \quad (5)$$

Рівняння (4) та (5) дозволяють визначити величину  $f_N(t)$  в залежності від  $f_{N-1}(t+1)$ , де при переході від одного етапу до іншого вік обладнання збільшується від  $t$  до  $t+1$ , а число залишених етапів зменшується від  $N$  до  $N-1$ .

Таблиця 2. Розрахунок моментів заміни обладнання

Етапи	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$f_1(t)$	2000	1902	1810	1721	1637	1558	1482	1409	1341	1275	1213	1154
$f_2(t)$	3902	3712	3531	3359	3195	3039	2891	2750	2616	2488	2367	1902
$f_3(t)$	7615	5434	5169	4916	4677	4449	4232	4025	3829	3712	3712	
$f_4(t)$	13048	7071	6726	6398	6086	5789	5507	5434	5434			
$f_5(t)$	20119	8629	8208	7807	7427	7071	7071					
$f_6(t)$	28748	10110	9617	9148	8708	8629	8629					
$f_7(t)$	38858	11520	10958	10430	10266	10186	10110	10110				
$f_8(t)$	50378	12860	12240	11987	11824	11668	11592	11520				
$f_9(t)$	63238	14142	13797	13545	13305	13149	13001	12860	12860			
$f_{10}(t)$	77380	15700	15355	15027	14787	14639	14418	14342	12860	12860		
$f_{11}(t)$	93080	17257	16836	16508	16276	15975	15824	15700	15700			
$f_{12}(t)$	110337	18739	18411	18179	17878	17726	17602	17602				

З результатів обчислення (табл.2), знаходимо оптимальний цикл заміни обладнання. В дванадцяти етапному процесі обладнання повинно бути замінено через 4 та 8 років.

Таким чином, для одержання максимального прибутку від використання устаткування у дванадцяти етапному процесі оптимальний цикл складається в заміні устаткування через кожні чотири роки.

### **Висновки**

Наукова новизна даної роботи полягає в дослідженні економіко-математичних моделей і методів, що забезпечують ефективність багатокрокового процесу керування стратегією заміни виробничого обладнання.

У цілому результати проведених розрахунків свідчать, що перехід до оптимальної політики заміни устаткування є важливим резервом протидії несприятливим для підприємств вуглевидобувної галузі тенденціям останніх років, які характеризуються падінням та недовантаженням виробничих потужностей багатьох підприємств.

На основі отриманих даних були зроблені відповідні рекомендації, щодо доцільності застосування моделі по заміні обладнання на підприємстві ДП «Волиньвугілля». Цикл заміни обладнання становить чотири роки, при цьому прибутковість найбільша, а витрати найменші.

### ЛІТЕРАТУРА

1. А.В. Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод. Математическое программирование: Посібник. – К.:Знання, –1994. – 282 с.
2. Бакланов М.І., Шеремет А.Д. Теорія економічного аналізу: Посібник. – 4те видання, доп. та оправ. – М.: Фінанси та статистика, –1997. – 416 с.
3. Таха Хемди А. Введение в исследование операций / Хемди А. Таха // Вильямс, –2005. – 912 с; –893–901 с. –3000 экз. – ISBN 5–8459–0740.
4. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті /В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний. – К. : Борисфен, –1996. – 336 с.
5. Савицька Г.В. Економічний аналіз діяльності підприємства: Навч. посібник. – К.: Знання, – 2004. – 654с.
6. Демиденко М.А. Математичне програмування: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, –2005. – 110с.
7. Кофман А. Методы и модели исследования операций.–М.:МИР, –1977. – 432 с.
8. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования.М.: Наука, –1965. – 459 с.

Надійшла 23.12.2010