

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-35>

УДК [330.142.211.4:622.23.05]:622.012

Обґрунтування оптимального методу амортизації гірничого устаткування видобувного підприємства

Ковальчук Віктор Анатолійович

доктор технічних наук,
професор кафедри економіки, організації
та управління підприємствами
Криворізького національного університету

Ковальчук Тетяна Михайлівна

кандидат технічних наук,
доцент кафедри вищої математики
Криворізького національного університету

Кравченко Наталія Василівна

кандидат економічних наук,
доцент кафедри економіки, організації
та управління підприємствами
Криворізького національного університету

Kovalchuk Viktor, Kovalchuk Tetiana, Kravchenko Natalia
Kryvyi Rih National University

У статті проаналізовано наукові напрацювання та накопичений практичний досвід з проведення амортизаційної політики підприємств. Акцентовано увагу на значному зносі та віці гірничого устаткування, що потребує корегування в підходах до вибору методу амортизації. Обґрунтовано необхідність вибору оптимального методу амортизації, що враховує експлуатаційні, вікові та параметричні характеристики екскаваторів. Встановлено залежності продуктивності екскаваторів та витрат на планово-попереджувальні ремонти від віку їх експлуатації. За результатом економіко-математичного моделювання складено програми відновлення та заміни екскаватора, встановлено оптимальний метод амортизації, яким є метод зменшення залишкової вартості. Здійснено економічне оцінювання оптимального методу амортизації, який, на відміну від традиційно використовуваного прямолінійного методу, дає змогу підвищити ефективність роботи екскаваторного парку на 5,3%.

Ключові слова: амортизація, устаткування, заміна, відновлення, видобувне підприємство, моделювання, економічна оцінка.

Ковальчук В.А., Ковальчук Т.М., Кравченко Н.В. **ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА АМОТИЗАЦИИ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В статье проанализированы научные наработки и накопленный практический опыт по проведению амортизационной политики предприятий. Акцентируется внимание на значительном износе и возрасте горного оборудования, что требует корректировки в подходах к выбору метода амортизации. Обоснована необходимость выбора оптимального метода амортизации, который учитывает эксплуатационные, возрастные и параметрические характеристики экскаваторов. Установлены зависимости производительности экскаваторов и затрат на планово-предупредительные ремонты от срока их эксплуатации. По результату экономико-математического моделирования составлены программы восстановления и замены экскаватора, установлен оптимальный метод амортизации, которым является метод уменьшения остаточной стоимости. Осуществлено экономическое оценивание оптимального метода амортизации, который, в отличие от традиционно используемого прямолинейного метода, позволяет повысить эффективность работы экскаваторного парка на 5,3%.

Ключевые слова: амортизация, оборудование, замена, восстановление, добывающее предприятие, моделирование, экономическая оценка.

Kovalchuk Viktor, Kovalchuk Tetiana, Kravchenko Natalia. **JUSTIFICATION OF THE OPTIMAL METHOD OF DEPRECIATION OF MINING EQUIPMENT OF MINING ENTERPRISE**

The article analyses scientific developments and accumulated practical experience in the depreciation policy of enterprises. Attention is focused on considerable wearing and age of mining equipment that requires adjusting in approaches to the choice of depreciation method. The main goals of enterprises in carrying out planned preventive repairs and replacement of mining equipment are outlined. It is noted that significant excess of the statutory service

life of excavators is caused by the lack of funds for the acquisition of new ones, which greatly affects the provision of planned production capacity of the enterprise as a whole. The need for selecting under such conditions an optimal method of depreciation that takes into account operational, age, and parametric characteristics of excavators is substantiated. On the basis of research conducted, the dependencies of excavator productivity and expenses for planned preventive repairs on their operating life are established. In order to solve the set problem, it is proposed to apply the method of dynamic programming. The article proves the reasonableness of the use of conditional profit of a structural production unit as a criterion for evaluating the effectiveness of the proposed solution. According to the results of economical-mathematical modelling, programs of reconditioning and replacement of the excavator are made and the optimum method of depreciation is established – reducing balance method. The developed program reflects the sequence of organizational measures for the repair and replacement of excavators. Under the current conditions, the program recommends changing the number and period of repair cycle of excavators during the career of the plant during the planned period. The economic estimation of the optimal depreciation method is conducted, which, unlike the traditional linear method, allows increasing the efficiency of the excavator fleet by 5.3%. Such results are determined by a decrease in the productivity of excavators, the value of which is not compensated even by the cost of restoration of performance characteristics after carrying out routine overhaul.

Key words: depreciation, equipment, replacement, recondition, mining enterprise, modelling, economic assessment.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Використання основних засобів на видобувних підприємствах гірничорудної промисловості характеризується значними організаційно-технічними та економічними особливостями, що дає змогу вважати її особливою сферою матеріального виробництва. Процес відновлення основних засобів повинен бути неперервним та здійснюватися на окремих підприємствах, тобто підрозділах підприємства, проводячи кругообіг «виробниче споживання – амортизація – оновлення». Це висуває специфічні вимоги до відтворення та ефективності використання основних засобів залежно від конкретних форм їх відтворення. Відсутність обліку форм відтворення основних засобів (реновація, модернізація, капітальний ремонт) може привести до необґрунтованої заміни функціонуючих основних засобів, які не забезпечать у встановлені терміни визначеного для них запланованого випуску продукції. При цьому необхідно враховувати, що скорочення або збільшення терміну служби основних засобів викликає певні як позитивні, так і негативні наслідки, тому актуальним є вибір обґрунтованого методу амортизації, що базується на врахуванні конкретних умов експлуатації устаткування, його організаційно-технологічних параметрів функціонування, який знаходить відображення в оптимальній програмі його відновлення та заміни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням поточного відновлення та заміни устаткування на підприємствах великої потужності присвячена публікація [1, с. 95], автор якої акцентує увагу на необхідності вибору відповідних методів (норм) амортизації з урахуванням термінів експлуатації, зносу та вартості устаткування. Низка авторів досліджувала проблему амортизації основних засобів

виробництва щодо наявних показників їх ефективного використання [2, с. 97; 3, с. 187]. Окремі публікації [4] висвітлюють питання корегування норм амортизації залежно від очікуваного фізичного та морального зносу, юридичних обмежень та інших факторів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проте науково обґрунтовані підходи до вибору того чи іншого методу амортизації для устаткування великої вартості й потужності для підприємств гірничорудної промисловості, які пов'язані з питаннями його відновлення та заміни, є недостатньо дослідженими.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування оптимального методу амортизації гірничого устаткування, який базується на використанні економіко-математичного моделювання, з визначенням термінів відновлення або заміни екскаваторів на видобувному підприємстві.

Виклад основного матеріалу дослідження. Однією з основних ланок процесу видобутку корисної копалини на гірничо-збагачувальних підприємствах є процес навантаження гірничої маси у транспортні засоби (автомобільний, залізничний, конвеєрний) екскаваторами різних типорозмірів.

Типовим представником таких підприємств є Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат, який займається видобутком та переробкою залізної руди. Нині на комбінаті задіяно 41 екскаватор, з яких 31 має ківш ємністю у 8–10 м³, що є досить поширеним типорозміром, та середній вік експлуатації в понад 14,5 років згідно зі статистичними даними. Ступінь його зношення в середньому складає близько 60%. З огляду на вік устаткування, який перевищує нормативний амортизаційний термін експлуатації (6–7 років), а деякі

навіть у два-три рази, актуальним є розроблення програми відновлення та заміни екскаваторів зазначених типорозмірів за одним з методів амортизації, що планується застосувати.

Відповідно до Податкового кодексу України [5] наявні методи амортизації (прямолінійний, зменшення залишкової вартості, прискореного зменшення залишкової вартості, кумулятивний, виробничий) повинні враховувати специфіку експлуатації основних виробничих засобів, економічних та фінансових можливостей підприємства. Витрати на проведення капітального ремонту можуть бути включені до сум амортизації в розмірі, який перевищує 10%, решта витрат включається до поточних витрат підприємства. Практика застосування методу амортизації на підприємствах останнім часом зводиться до не завжди обґрунтованого підходу та затверджується наказом їх керівництва.

Вибір методу амортизації сильно залежить від стану основних виробничих засобів, зокрема вікової структури, ступеня зношення, ефективності організації планово-попереджувальних ремонтів.

Обґрунтування оптимального методу амортизації гірничого устаткування має базуватись на конкретних економічних розрахунках з передбачувальними наслідками, оскільки заміна тільки одного екскаватора коштує декілька мільйонів доларів. Найбільш адекватним методом вирішення цього завдання вважаємо один з методів математичного програмування, а саме метод динамічного програмування [6; 7].

У таких задачах економічний процес залежить від часу (декількох періодів (етапів) часу), тому знаходиться низка оптимальних рішень послідовно для кожного етапу, які забезпечують оптимальний розвиток всього процесу загалом. Такий процес є керованим, оскільки приймається сукупність рішень на кожному етапі, які впливають на хід його розвитку. Щодо конкретної задачі відновлення та заміни гірничого устаткування, то сукупність рішень, які приймаються на початку кожного року запланованого періоду його експлуатації, є керованим процесом. Таким чином, необхідно передбачити заходи, що забезпечують заміну устаткування відповідно до його зношення за періодами часу його експлуатації.

Початком етапу (кроку) керованого процесу вважається момент прийняття рішення про заміну устаткування певного типорозміру.

Багатоетапний процес експлуатації гірничого устаткування підпорядковується кінцевій меті, що полягає в одержанні оптимального економічного результату діяльності підприємства або його виробничого підрозділу.

Вибір економічно обґрунтованого методу амортизації безпосередньо впливає на змістовне наповнення програми відновлення та заміни гірничого устаткування, а також результати її реалізації. Задачу такого типу у загальному вигляді можна сформулювати таким чином.

На початок планового періоду, який складає N років, маємо гірниче устаткування (екскаватори) з віком експлуатації t років. Кожного року обсяги навантажувальних робіт (продуктивність) складають $Q_e(t)$, річні затрати на їх технічне обслуговування складають $TO(t)$, на поточні ремонти – $PP(t)$, амортизаційні відрахування – $AM(t)$, устаткування має залишкову вартість $ZB(t)$, а вартість капітальних ремонтів становить $KP(t)$. Всі перелічені показники залежать від віку t експлуатації устаткування. У будь-який рік устаткування можна відновити, продати за залишковою вартістю або за вартістю металобрухту.

Кар'єр не виробляє товарної продукції, але оцінити ефективність як окремих технологічних процесів, так і робіт певних груп гірничого устаткування можна за умовним прибутком. Така оцінка адекватна щодо застосування рентабельності звичайної діяльності підприємства загалом та її інтерполяції на економічні показники технологічних процесів зокрема. З огляду на те, що видобувні підприємства є монопродуктовими, за критерій оцінювання напрямів відновлення та заміни устаткування вибрано умовний прибуток за період гранично припустимого терміну експлуатації, що складає N років.

Відповідно до загальної концепції динамічного програмування процес оптимізації розпочинають від кінця планового періоду, при цьому роки відраховуються від кінця до його початку: $n = 1, 2, 3, \dots, N$. При $n = 1$ можна вважати, що до початку останнього року наявне устаткування віком t . За нашим вибором буде прийняте одне з таких рішень: зберігати устаткування в експлуатації з проведенням технічного обслуговування та поточних ремонтів або придбати замість нього нове (заміна) аналогічної продуктивності.

Умовну ціну за процесами екскавації 1 м^3 гірничої маси на основі рентабельності R звичайної діяльності підприємства можна подати так:

$$c_e^r + c_e^r \cdot R = c_e^r \cdot (1 + R), \quad (1)$$

де c_e^r – собівартість екскавації 1 м³ гірничої маси.

Якщо приймається рішення зберігати устаткування, тоді умовний прибуток за останній рік його експлуатації складе:

$$c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - AM(t). \quad (2)$$

В разі проведення капітального ремонту рішення зберігати устаткування й надалі можна формалізувати таким виразом:

$$c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - 0,1 \cdot KP(t) - AM'(t), \quad (3)$$

де $AM'(t)$ – величина амортизаційних відрахувань з урахуванням збільшення залишкової вартості на $0,9KP(t)$ після проведення капітального ремонту.

Якщо устаткування утилізувати за залишковою вартістю та придбати нове, тоді умовний прибуток до кінця останнього року складе:

$$c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(0) - TO(0) - PR(0) - AM(0) + 3B(t), \quad (4)$$

де $PR(0)$ – річні затрати на поточні ремонти нового устаткування; $TO(0)$ – річні затрати на технічне обслуговування нового устаткування, тобто нульового (первісного) віку; $Q_e(0)$ – продуктивність нового устаткування.

Оскільки складання програми відновлення та заміни гірничого устаткування починається з останнього року планового періоду, то продуктивність роботи екскаваторів повинна бути скерована на одержання максимального умовного прибутку. Результати роботи екскаваторів у цьому разі характеризуються виразами (3) і (4), а їх заміна буде доцільною за такої умови:

$$c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(0) - TO(0) - PR(0) - AM(0) + 3B(t) > > c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - AM(t)$$

або

$$c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(0) - TO(0) - PR(0) - AM(0) + 3B(t) > > \zeta \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - 0,1 \cdot KP(t) - AM'(t),$$

тобто коли сумарний умовний прибуток під час експлуатації нового устаткування буде більшим, ніж під час експлуатації старого.

Максимально можливий умовний прибуток за процесом екскавації за останні n років планового періоду визначається за умови, що на початку періоду маємо устаткування віком t , а також дотримуємось оптимальної програми відновлення та заміни гірничого устаткування.

Максимальний умовний прибуток за останній рік ($n=1$) дорівнює найбільшому із значень виразів (2)–(4), що відображене в економіко-математичній моделі (форм. (5)), де $УП$ – умовний прибуток роботи екскаваторного парку.

Максимальний умовний прибуток за останні два роки ($n=2$), на початок яких наявне устаткування віком t , через рік експлуатації стане «старшим» на один рік, а до кінця першого року буде віком $(t+1)$ рік. Якщо до цього устаткування в останній рік дотримувалась оптимальна програма, тоді додатково був одержаний умовний прибуток $УП_1(t+1)$, а його загальна величина за два роки визначається за формулою (6).

За аналогічним алгоритмом складається економіко-математична модель для останніх трьох і більше років, а загальне функціональне рівняння Беллмана, що її описує, матиме такий вигляд (форм. (7)), де $n=2,3,\dots$; $t=0,1,2,\dots$.

Співвідношення формул (5) і (7) дає змогу реалізувати концепцію динамічного програмування та розпочати процес формування оптимальної програми за напрямками відновлення та заміни устаткування з кінця періоду, що планується, послідовно знаходити значення $УП_1(t), УП_2(t), \dots, УП_{n-1}(t), УП_n(t)$ для різних t .

Така економіко-математична модель відновлення та заміни гірничого устаткування реалізована для екскаваторного парку Інгу-

$$УП_1(t) = \max_t \begin{cases} c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - AM(t) - \text{збереження,} \\ c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(0) - TO(0) - PR(0) - AM(0) + 3B(t) - \text{заміна.} \end{cases} \quad (5)$$

$$УП_2(t) = \max_t \begin{cases} c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - AM(t) + УП_1(t+1) - \text{збереження,} \\ c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(0) - TO(0) - PR(0) - AM(0) + 3B(t) + УП_1(1) - \text{заміна.} \end{cases} \quad (6)$$

$$УП_n(t) = \max_t \begin{cases} c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(t) - TO(t) - PR(t) - AM(t) + УП_{n-1}(t+1) - \text{збереження,} \\ c_e^r \cdot (1 + R) \cdot Q_e(0) - TO(0) - PR(0) - AM(0) + 3B(t) + УП_{n-1}(1) - \text{заміна} \end{cases} \quad (7)$$

лецького гірничо-збагачувального комбінату на прикладі екскаватора ЕКГ-8И. Під час встановлення залежностей між експлуатаційними показниками роботи екскаватора використано статистичні дані підприємства.

Згідно з нормами технологічного проектування [8] встановлено експлуатаційну продуктивність екскаваторів з урахуванням терміну експлуатації, останнього капітального ремонту та ступеня зношення екскаваторів, результати розрахунків наведено в табл. 1.

За результатами проведення капітальних ремонтів екскаваторів на підприємстві встановлено, що їх експлуатаційна продуктивність поновлюється до 92% від попереднього значення. Враховуючи те, що середній вік експлуатації екскаваторів ЕКГ-8И складає близько 20 років, річну продуктивність розраховуємо відповідно до цього віку, одержані її значення наведемо в табл. 2, а графік залежності експлуатаційної продуктивності від терміну його експлуатації з урахуванням капітальних ремонтів наведемо на рис. 1.

Аналіз графіка показує, що капітальні ремонти хоча й відновлюють експлуатаційні характеристики екскаватора між ремонтними циклами, проте продуктивність загалом має тенденцію до зменшення, що, зрештою, приводить до його заміни.

Затрати на проведення поточних ремонтів екскаваторів ЕКГ-8И також залежать від віку екскаватора, що наведено в табл. 3.

Затрати на технічне обслуговування екскаватора мають відносно незначні коливання з

терміном експлуатації, але їх величина також впливає на собівартість екскавації гірничої маси. Результати розрахунків річних затрат на технічне обслуговування екскаватора наведено в табл. 4.

Розрахунок величини амортизаційних відрахувань базується на ціні нового екскаватора з аналогічною річною продуктивністю. Виготовляє такі екскаватори для гірничорудної промисловості машинобудівельна корпорація «Уралмаш» та Іжорський машинобудівний завод [10]. Середня ціна екскаватора з ківшом, ємність якого становить 8 м³ (первісна вартість ПВ), складає приблизно 41,5 млн. грн. (за цінами 2010 року). Затрати на капітальний ремонт, відповідно до графіку їх проведення, лягають на залишкову вартість у розмірі 90% через амортизаційні відрахування. Величина амортизаційних відрахувань залежно від терміну експлуатації екскаватора визначена з використанням методу амортизації, тобто зменшення залишкової вартості (стаття 145 «Класифікація груп основних засобів та інших необоротних активів і мінімально допустимих строків їх амортизації») [5]. В разі прийняття рішення щодо заміни екскаватора на новий він ліквідується за мінімальною вартістю, тобто вартістю металобрухту, яка складає 1 900 грн./т. З огляду на паспортні дані екскаватора ЕКГ-8И його вага без баласту противаги, запасних частин, інструментів та обладнань складає 337 тон. З урахуванням затрат на демон-

Таблиця 1

Продуктивність екскаваторів за віковим складом експлуатації, млн. м³/рік

Типорозмір екскаватора	Продуктивність за віковим складом			
	0–5 років	6–10 років	11–15 років	>15 років
ЕКГ-5, 6,3УС	1,073	0,910	0,690	0,590
ЕКГ-8И	1,310	1,110	0,850	0,720
ЕКГ-10	1,490	1,270	0,970	0,820
ЕКГ-12,5	1,593	1,354	1,035	0,876
ЕКГ-20	1,738	1,480	1,078	0,956

Таблиця 2

Динаміка експлуатаційної продуктивності екскаватора ЕКГ-8И за роками його експлуатації з урахуванням капітальних ремонтів, млн. м³

t	0	1	2	3	4	5	6	7
Q(t)	1,31	1,25	1,19	1,14	1,08	1,02	1,11	1,03
t	8	9	10	11	12	13	14	15
Q(t)	0,95	0,86	0,78	0,85	0,80	0,76	0,71	0,66
t	16	17	18	19	20			
Q(t)	0,72	0,68	0,64	0,60	0,56			

таж, які складають 130 тис. грн., його ліквідаційна вартість $ЛВ$ незалежно від віку експлуатації буде складати 510,3 тис. грн. Якщо заміна екскаватора відбувається до його повної амортизації, тоді необхідно враховувати й залишкову вартість на рік заміни. Якщо залишкова вартість перевищує ліквідаційну, тоді різниця між ними додається до первісної вартості нового екскаватора та повертається через амортизаційні відрахування. Якщо залишкова вартість менша за

ліквідаційну, тоді заміна екскаватора відбувається виключно з урахуванням ліквідаційної вартості.

Річна норма амортизації за методу зменшення залишкової вартості складе $1 - \sqrt[15]{\frac{ЛВ}{ПВ}} = 1 - \sqrt[15]{\frac{510,3}{41500}} = 0,254$. Результати розрахунків річних амортизаційних відрахувань з урахуванням капітальних ремонтів екскаватора ЕКГ-8И, норми амортизації та відповідної залишкової вартості наведені в табл. 5.

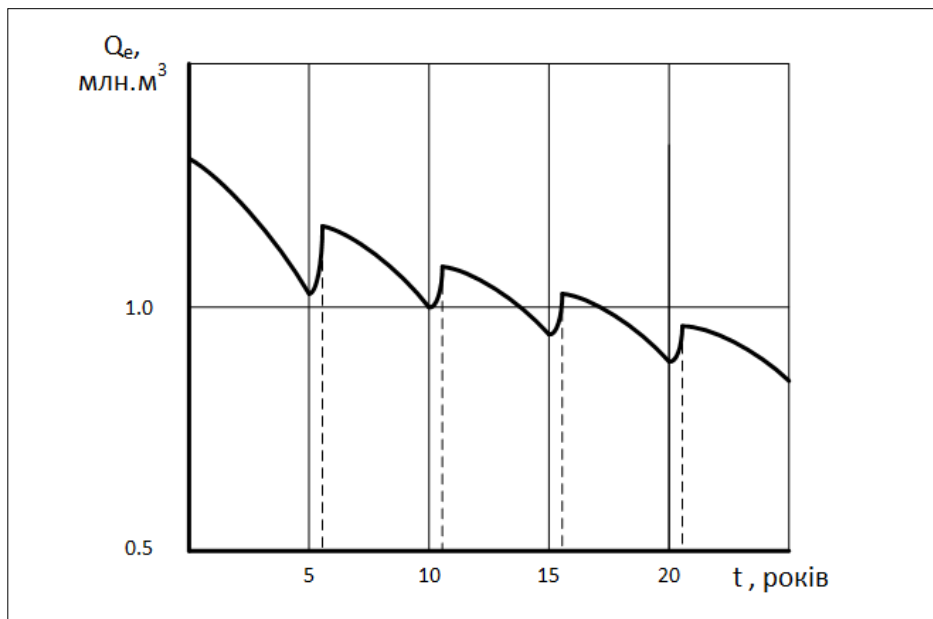


Рис. 1. Графік залежності продуктивності екскаватора ЕКГ-8И від терміну його експлуатації з урахуванням капітальних ремонтів

Джерело: складено авторами за річними звітами Інгулецького ГЗК [9]

Таблиця 3

Динаміка річних затрат на поточний ремонт екскаватора ЕКГ-8И, тис. грн.

t	0	1	2	3	4	5	6
$ПР(t)$	39,06	39,06	78,12	117,18	156,24	195,30	234,35
t	7	8	9	10	11	12	13
$ПР(t)$	273,41	312,47	351,53	390,59	429,65	468,71	507,77
t	14	15	16	17	18	19	20
$ПР(t)$	546,83	585,89	626,90	670,78	717,73	767,98	862,88

Таблиця 4

Динаміка річних затрат на технічне обслуговування екскаватора ЕКГ-8И, тис. грн.

t	0	1	2	3	4	5
$ТО(t)$	616,24	616,24	628,57	628,57	641,14	641,14
t	7	8	9	10	11	12
$ТО(t)$	667,04	680,38	693,99	707,87	722,02	736,46
t	14	15	16	17	18	19
$ТО(t)$	766,22	781,54	797,17	813,16	829,38	845,97

Під час розроблення програми за напрямками відновлення та заміни екскаватора необхідно також враховувати, що до сумарних питомих витрат на ремонти та обслуговування екскаватора відносять 10% затрат на капітальний ремонт, тому при $t = 6$ років вони складають 520,200 тис. грн., при $t = 11$ років – 572,220 тис. грн., а при $t = 16$ років – 629,442 тис. грн.

Розраховані сумарні витрати на ремонти та обслуговування екскаватора для кожного кроку з урахуванням його віку дають змогу скласти оптимальну програму відновлення та заміни з першого року ($n = 20$) його експлуатації (рис. 2).

Програма відображає послідовність організації процесів відновлення та заміни екскаватора, за цих умов рекомендує протягом 20 років

проводити лише один капітальний ремонт на шостому році експлуатації. Незважаючи на те, що тривалість наступного ремонтного циклу складає 5 років, програмою рекомендовано замість запланованого капітального ремонту на одинадцятому році експлуатації зробити заміну екскаватора. Це пояснюється зменшенням продуктивності екскаватора, яке не є зіставленою з відновленням його експлуатаційних характеристик навіть з урахуванням затрат на проведення подальших капітальних та інших планово-попереджувальних ремонтів.

Нині на Інгулецькому гірничо-збагачувальному комбінаті застосовується прямолінійний метод амортизації. Окрім того, підприємство за браком коштів намагається вирішити проблему відновлення виробничих засобів за рахунок ремонтів, тому за умов роботи під-



Рис. 2. Програма відновлення та заміни екскаватора під час використання методу зменшення залишкової вартості

Джерело: розробка авторів

Таблиця 5

Динаміка амортизаційних відрахувань з урахуванням капітальних ремонтів екскаватора ЕКГ-8И, тис. грн.

t	0	1	2	3	4	5
ЗВ	30 578,316	22 811,426	17 012,322	1 2691,192	9 467,629	7 583,05
AM(t)	10 411,384	7 766,892	5 799,102	4 321,130	3 223,563	2 404,778
t	6	7	8	9	10	11
ЗВ	5 656,956	4 220,089	3 148,186	2 348,547	1 752,016	1733,880
AM(t)	1 926,095	1 436,867	1 071,903	799,639	599,531	590,356
t	12	13	14	15	16	17
ЗВ	1 293,474	964,932	719,839	1 166,442	870,166	649,144
AM(t)	440,406	328,542	245,093	182,839	296,276	221,022
t	18	19	20			
ЗВ	484,261	361,259	269,499			
AM(t)	164,883	123,002	91,760			

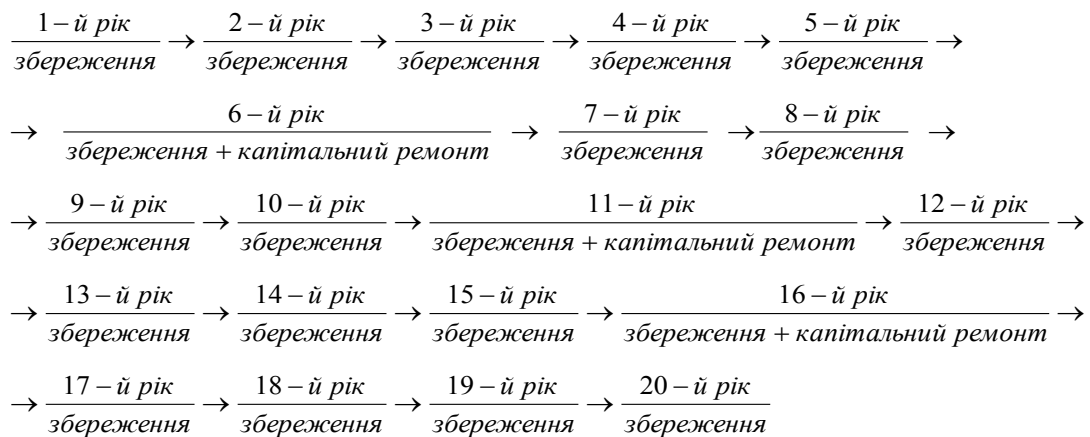


Рис. 3. Програма відновлення екскаватора під час використання прямолінійного методу амортизації

Джерело: складено авторами за річними звітами Інгулецького ГЗК

приємства програму відновлення екскаватора від першого року ($n = 20$) його експлуатації наведено на рис. 3.

Для встановлення оптимального методу амортизації, який обумовлює найбільш ефективну діяльність екскаваторного парку, визначимо сумарний умовний прибуток за плановий період (20 років).

Економічне оцінювання роботи екскаваторного парку за різними методами амортизації показало, що найбільш ефективним є застосування методу зменшення залишкової вартості, за якого величина умовного прибутку за процесом екскавації збільшиться на 5,3%.

Висновки з цього дослідження. На підставі проведених досліджень та викладених у статті результатів можна зробити такі висновки.

1) проведений аналіз публікацій з проблеми відтворення основних засобів та наявної практики використання методів амортизації свідчить про наявність невирішених питань для підприємств сфери матеріального виробництва, особливо видобувних;

2) високовартісне устаткування видобувних підприємств, яке експлуатується в жор-

стких умовах, характеризується інтенсивним фізичним зносом і значним чином впливає на виконання планової виробничої потужності підприємства;

3) встановлення оптимального методу амортизації гірничого устаткування подібного типу має ґрунтуватись на встановленні кореляційних залежностей його продуктивності від терміну експлуатації;

4) запропоновано економіко-математичну модель встановлення оптимального методу амортизації екскаваторів, яку реалізовано методом динамічного програмування;

5) розроблено оптимальну програму відновлення та заміни екскаваторів за варіантами амортизації в умовах Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату, яка дає змогу збільшити умовний прибуток екскаваторного парку на 5,3%;

6) підходи до визначення оптимального методу амортизації не обмежуються тільки виймально-навантажувальним устаткуванням, а поширюються на інші види гірничого устаткування за всіма технологічними процесами, що є предметом подальшого дослідження.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гинзбург А.И. Прикладной экономической анализ. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 320 с.
2. Петрович Й.М., Кіт А.Ф., Семенів О.М. та ін. Економіка підприємства / за ред. Й.М. Петровича. Львів : Новий світ, 2004. 680 с.
3. Шегда А.В. Економіка підприємства : навчальний посібник. Київ : Знання, 2005. 431 с.
4. Горицкая Н.В. Учет амортизации по МСФО. URL: http://gaap.ru/articles/uchet_amortizatsii_po_msfo.
5. Податковий кодекс України, зі змінами та доповненнями від 7 жовтня 2014 року № 1690-VII / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>.
6. Бугір М.К. Математика для економістів. Київ : видавн. центр «Академія», 2003. 250 с.

7. Красс М.С. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании : учебник для студентов высшего учебного заведения. Москва : Дело, 2003. 688 с.
8. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Ч. 1 : Гірничі роботи. Ліквідація гірничовидобувних підприємств. Техніко-економічна оцінка та показники / М.В. Голярчук, В.І. Квітка, А.І. Воробйов, В.М. Куроченко, В.Я. Нусінов, М.М. Пижик, Б.І. Римарчук, А.Г. Шапар. СОУ-Н-МРР-73.020-078-1:2007. Кривий Ріг : Мінерал, 2007. 279 с.
9. Бабец Е.К., Штанько Л.А., Салганик В.А. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2010–2016 годах. Кривой Рог, 2017.
10. Оценка цены владения карьерных экскаваторов в условиях железорудных ГОКов. Машиностроительная корпорация «УРАЛМАШ». Челябинск, 2010. 10 с.

REFERENCES:

1. Ginzburg A.I. (2005) Prikladnoy ekonomicheskoy analiz [Applied economic analysis]. Sankt-Peterburg : Piter. 320 s. (in Russian).
2. Petrovych Y.M., Kit A.F., Semeniv O.M. ta in. (2004) Ekonomika pidpriemstva [Economical pidpriemstva]. Lviv : Novyi Svit. 680 s.
3. Shehda A.A. (2005) Ekonomika pidpriemstvach [Economical pidpriemstva]. Kyiv : Znannya. 431 s.
4. Goritskaya N.V. Uchet amortizatsii po MSFO [Accounting for depreciation under IFRS]. URL: http://gaap.ru/articles/uchet_amortizatsii_po_msfo.
5. Verkhovna Rada Ukrainy. (2014) Podatkovyi kodeks Ukrainy, zi zminamy ta dopovnenniamy vid 07 zhovtnia 2014 roku № 1690-VII. [Complaint Code of Ukraine, zi ziinami and additional advertisements of 07 of 07 2014 2014 № 1690-VII. Verkhovna Rada of Ukraine]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>.
6. Buhir M.K. (2006) Matematyka dlia ekonomistiv [Mathematics for economics]. Kyiv : vydavn. tsentr "Akademiia". 250 s.
7. Krass M.S. (2003) Osnovy matematiki i ee prilozheniya v ekonomicheskom obrazovanii [Fundamentals of mathematics and its applications in economic education]. Moskva: Delo. 688 s. (in Russian).
8. Holiarchuk M.V., Kvitka V.I., Vorobiov A.I., Kurochenko V.M., Nusinov V.I., Pyzhyk M.M., Rymarchuk V.I., Shapar A.H. Normy tekhnologichnoho proektuvannia hirnychodobuvnykh pidpriemstv iz vidkrytyim sposobom rozrobky rodovyshch korisnykh kopalyn / Ch. 1 : Hirnychi roboty. Likvidatsiia hirnychovydobuvnykh pidpriemstv. Tekhniko-ekonomichna otsinka ta pokaznyky. SOU-N-MRR-73.020-078-1:2007 [Norma tehnologichny proyektuvannya dzhirnopodobuvnyh p_dpriemstv iz v_dkrytyim way of developing the ancestors of korisnyh kopalin]. Kryvyi Rih : Mineral. 279 s.
9. Babets E.K., Shtanko L.A., Salganik V.A. (2017) Sbornik tehniko-ekonomicheskikh pokazateley gornodobyivayuschih predpriyatiy Ukrainyi v 2010–2016 godah [Collection of technical and economic indicators of mining enterprises of Ukraine in 2010–2016]. Krivoy Rog.
10. Mashinostroitel'naya korporatsiya "URALMASH". (2010) Otsenka tsenyi vladeniya karernykh ekskavatorov v usloviyah zhelezorudnykh GOKov [Evaluation of the cost of ownership of mining excavators in the conditions of iron ore Mining. Machine-building Corporation "URALMASH"]. Chelyabinsk. 10 s. (in Russian).