УДК 519.87:629.41(477)

Шевченко М.Ю.
аспірант
Українського державного університету
залізничного транспорту

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РЕМОНТНОЇ СКЛАДОВОЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF REPAIR COMPONENT OF THE LIFE CYCLE OF THE FIXED ASSETS OF LOCOMOTIVE DEPARTMENT

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано проблеми, що виникають у зв'язку із необхідністю відтворення основних засобів за рахунок проведення капітального ремонту. Визначено ремонтну складову життєвого циклу тягового рухомого складу залізниць України. Розроблено економіко-математичну модель ремонтної складової життєвого циклу основних засобів локомотивного господарства. Визначено, що запропонована економіко-математична модель може бути застосована для удосконалення механізму відтворення основних засобів локомотивного господарства.

Ключові слова: основні засоби, життєвий цикл, ремонтний цикл, тяговий рухомий склад, локомотивне господарство.

АННОТАЦИЯ

Проанализированы проблемы, которые возникают в связи с необходимостью воспроизводства основных средств за счет проведения капитального ремонта. Определена ремонтная составляющая жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог Украины. Разработана экономико-математическая модель ремонтной составляющей жизненного цикла основных средств локомотивного хозяйства. Определено, что предложенная экономико-математическая модель может быть использована для совершенствования механизма воспроизводства основных средств локомотивного хозяйства.

Ключевые слова: основные средства, жизненный цикл, ремонтный цикл, тяговый подвижной состав, локомотивное хозяйство.

ANNOTATION

The problems that arise in connection with the necessity of reproduction of fixed assets due to a major overhaul were analyzed. The repair component of life cycle of traction rolling stock of railways of Ukraine was defined. The economic and mathematical model of the repair part of the life cycle of fixed assets of locomotive economy was developed. It was determined that the proposed economic and mathematical model can be used to improve the mechanism of reproduction of fixed assets of locomotive economy.

Keywords: fixed assets, life cycle, repair cycle, traction rolling stock, locomotive economy.

Постановка проблеми та її зв'язки з науковими чи практичними завданнями. Виконання «Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України на 2008–2020 роки», яку введено в дію наказом Міністерства транспорту і зв'язку від 14 жовтня 2008 р. № 1259, передбачає придбання залізницями України нових сучасних зразків тягового рухомого складу. Реалізація цієї програми на даному етапі за часом обумовлює необхідність формування амортизаційного та ремонтного фонду для забезпечення в майбутніх періодах можливості оновлення основних виробничих фондів локомотивного господарства та виконання їм капітальних ремонтів. Тому визначення ремонтної складової життєвого циклу на етапі придбання та втілення нової техніки до експлуатації має важливе не тільки технічне, а й економічне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією із форм відтворення основних засобів є капітальний ремонт, який відшкодовує частковий знос засобів праці заміною зношених конструкцій та деталей більш міцними та економічними, які поліпшують експлуатаційні показники об'єктів, що ремонтуються. Питанням планування, обліку та аналізу витрат на проведення капітальних ремонтів присвячено роботи як вітчизняних [1; 2; 3; 4; 5], так і зарубіжних авторів [6; 7; 8; 9; 10].

Виділення невирішених частин загальної проблеми. У вищезазначених роботах наведено результати досліджень планування, обліку та аналізу витрат на проведення капітальних ремонтів у поточному режимі часу і зовсім не відображено формування цих витрат протягом життєвого циклу нової техніки з урахуванням термінів їх здійснення, що є вимогою основних положень визначення вартості життєвого циклу основних транспортних засобів залізничного транспорту, які оновлюються.

Формування цілей статті. Метою статті є класифікація та формалізація ремонтної складової життєвого циклу основних засобів локомотивного господарства на прикладі одиниці тягового рухомого складу для визначення майбутніх витрат на здійснення їй капітального ремонту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Життєвий цикл тягової одиниці складається з періоду часу її безпосереднього використання, тобто експлуатації, та періоду часу забезпечення її технічно справного стану, тобто ремонту. Для утримання тягового рухомого складу залізниць України в технічно справному стані передбачена планово-попереджувальна система ремонту та технічного обслуговування. Ця система складається з технічного обслуговування (ТО), поточного ремонту (ПР)

та капітального ремонту (КР) тягової одиниці. Витрати на проведення ТО та ПР тягового рухомого складу включаються до щорічних поточних витрат локомотивного господарства за відповідними статтями номенклатури експлуатаційних витрат підприємств залізничного транспорту. Ці витрати відшкодовуються за рахунок безпосереднього їх включення до собівартості продукції лінійних підприємств локомотивного господарства у поточному періоді. Витрати на проведення капітальних ремонтів за особливістю їх виникнення за часом носять одноразовий характер протягом певного періоду (ремонтного циклу). Тому механізм відшкодування цих витрат повинен бути аналогічним відшкодуванню витрат на придбання основних виробничих фондів, а саме шляхом поступового перенесення частини цих витрат на собівартість продукції протягом життєвого циклу основного засобу.

Планово-попереджувальна система утримання тягового рухомого складу залізниць України в технічно справному стані передбачає обов'язкове проведення протягом життєвого циклу тягової одиниці капітальних ремонтів в обсязі КР-2 та КР-1, метою яких є відновлення експлуатаційних характеристик, справності і повного ресурсу всіх вузлів, агрегатів і деталей (включаючи базові), повної заміни дротів, кабелів, модернізації конструкції тощо. Ця система за часом складається з відповідних ремонтних циклів КР-2 та КР-1 (рис. 1).

Таким чином, відновлення технічного ресурсу тягової одиниці протягом життєвого циклу від моменту початку її експлуатації tп до моменту ліквідації tк забезпечується ремонтними циклами КР-2 та КР-1 з виконанням відповідного обсягу робіт в умовах спеціалізованих локомотиворемонтних підприємств.

Ремонтний цикл КР-2 (ТКР-2) – період часу від початку проведення одного капітального ремонту в обсязі КР-2 до початку проведення наступного капітального ремонту в обсязі КР-2. Ремонтний цикл КР-2 визначається нормою міжремонтного пробігу LКР-2 або нормою міжремонтного періоду tКР-2. Ремонтний цикл КР-2 складається з декількох ремонтних циклів КР-1.

Ремонтний цикл КР-1 (ТКР-1) – період часу від початку проведення одного капітального ремонту в обсязі КР-1 до початку проведення наступного капітального ремонту в обсязі КР-1. Ремонтний цикл КР-1 визначається нормою міжремонтного пробігу LКР-1 або нормою міжремонтного періоду tКР-1.

Кількість ремонтних циклів тягової одиниці в обсязі КР-2 протягом життєвого циклу визначається за формулами:

$$Z_{КР-2} = \frac{S_T}{L_{КР-2}} = \frac{\sum_{t=t_п}^{t=t_к} S_t}{L_{КР-2}}, \quad (1)$$

або

$$Z_{КР-2} = \frac{T}{t_{КР-2}}, \quad (2)$$

де S_T – пробіг тягової одиниці за життєвий цикл, км;

S_t – пробіг тягової одиниці в рік t життєвого циклу, км;

T – період життєвого циклу, роки.

Кількість капітальних ремонтів тягової одиниці в обсязі КР-2 протягом життєвого циклу складає

$$M_{КР-2} = Z_{КР-2} - 1. \quad (3)$$

Кількість капітальних ремонтів тягової одиниці в обсязі КР-1 протягом одного ремонтного циклу КР-2 визначається за формулами:

$$m_{КР-1} = \frac{L_{КР-2}}{L_{КР-1}} - 1 \quad (4)$$

або

$$m_{КР-1} = \frac{t_{КР-2}}{t_{КР-1}} - 1. \quad (5)$$

Кількість капітальних ремонтів тягової одиниці в обсязі КР-1 протягом життєвого циклу складає

$$M_{КР-1} = Z_{КР-2} \cdot m_{КР-1}. \quad (6)$$

Рік проведення планового капітального ремонту в обсязі КР-2 протягом життєвого циклу визначається за формулою

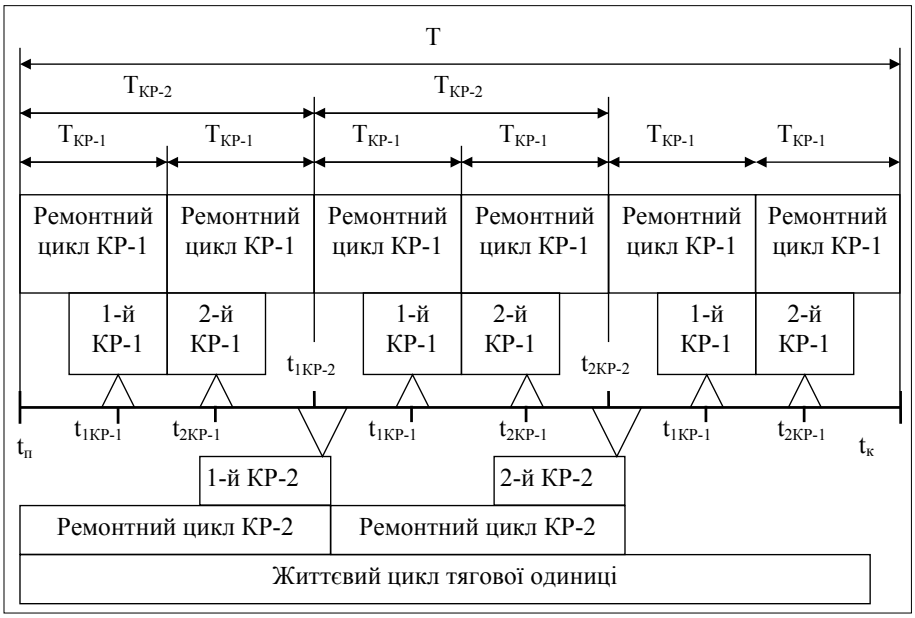

Рис. 1. Організація забезпечення технічного ресурсу тягової одиниці протягом життєвого циклу

$$t_{КР-2_n} = n \cdot t_{КР-2}, \quad (7)$$

де n – порядковий номер капітального ремонту в обсязі КР-2,

$$1 \le n \le M_{КР-2}.$$

Враховуючи формули (1) та (2), отримаємо

$$\frac{T}{t_{КР-2}} = \frac{S_T}{L_{КР-2}}. \quad (8)$$

Звідси

$$t_{КР-2} = \frac{L_{КР-2} \cdot T}{S_T}. \quad (9)$$

Підставляючи вираз (9) у формулу (7), отримаємо зв'язок року проведення капітального ремонту в обсязі КР-2 протягом життєвого циклу з пробігом тягової одиниці, а саме

$$t_{КР-2_n} = \frac{n \cdot L_{КР-2} \cdot T}{S_T} = \frac{n \cdot L_{КР-2} \cdot T}{\sum_{t=t_п}^{t=t_к} S_t}. \quad (10)$$

Коефіцієнт дисконтування у рік проведення n-го капітального ремонту в обсязі КР-2 визначається за формулою

$$\alpha_{t_{КР-2_n}} = (1 + E_н)^{t_p - t_{КР-2_n}}, \quad (11)$$

де tp – розрахунковий рік життєвого циклу;
Ен – норма дисконту.

Рік проведення планового капітального ремонту в обсязі КР-1 протягом життєвого циклу визначається за формулою

$$t_{КР-l_i} = (n-1) \cdot t_{КР-2} + i \cdot t_{КР-1}, \quad (12)$$

де і – порядковий номер капітального ремонту в обсязі КР-1 протягом ремонтного циклу КР-2, $1 \le i \le$ МКР-1.

Враховуючи формули (4) та (5), отримаємо

$$\frac{t_{КР-2}}{t_{КР-1}} - 1 = \frac{L_{КР-2}}{L_{КР-1}} - 1. \quad (13)$$

Звідси

$$t_{КР-1} = \frac{t_{КР-2} \cdot L_{КР-1}}{L_{КР-2}}. \quad (14)$$

Підставляючи вираз (9) та (14) у формулу (12), отримаємо зв'язок року проведення капітального ремонту в обсязі КР-1 протягом життєвого циклу з пробігом тягової одиниці, а саме

$$t_{КР-l_i} = \frac{(n-1) \cdot L_{КР-2} \cdot T}{S_T} + \frac{i \cdot L_{КР-2} \cdot T \cdot L_{КР-1}}{S_T \cdot L_{КР-2}} = \frac{L_{КР-2} \cdot T}{\sum_{t=t_п}^{t=t_к} S_t} \cdot \left(n - 1 + \frac{i \cdot L_{КР-1}}{L_{КР-2}}\right). \quad (15)$$

Коефіцієнт дисконтування у рік проведення і-го капітального ремонту в обсязі КР-1 визначається за формулою

$$\alpha_{t_{КР-l_i}} = (1 + E_н)^{t_p - t_{КР-l_i}} = (1 + E_н)^{t_p - (n-1) \cdot t_{КР-2} - i \cdot t_{КР-1}}. \quad (16)$$

У таблицях 1 та 2 наведено приклади розрахунку кількості та термінів планового проведення капітальних ремонтів маневрового тепловоза ТЕМ18 та електровозу ДЕ1 в обсязі КР-2 та КР-1 протягом життєвого циклу. Розрахунки виконано згідно з нормативами «Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро– та дизель-поїздів)», затвердженою наказом Укрзалізниці № 093-ЦЗ від 30.06.2010.

Витрати на проведення капітальних ремонтів тягової одиниці протягом життєвого циклу з урахуванням дисконтування визначаються за формулою

$$B_{КР} = \sum_{n=1}^{n=M_{КР-2}} \sum_{i=1}^{i=M_{КР-1}} ((Ц_{КР-2} \cdot \alpha_{t_{КР-2_n}}) + (Ц_{КР-1} \cdot \alpha_{t_{КР-l_i}})), \quad (17)$$

де ЦКР-2, ЦКР-1 – ціна одиниці капітального ремонту тягової одиниці в обсязі відповідно, КР-2 та КР-1, грн.

Умовний приклад розрахунку витрат на проведення капітальних ремонтів маневрового тепловоза ТЕМ18 та електровозу ДЕ1 в обсязі КР-2 та КР-1 протягом життєвого циклу наведено у таблицях 3 та 4.

Таблиця 1

Розрахунок кількості та термінів планового проведення капітальних ремонтів маневрового тепловоза ТЕМ18 в обсязі КР-2 та КР-1 протягом життєвого циклу

Найменування показника	Номер розрахункової формули	Значення показника
Період життєвого циклу Т, років	-	36
Періодичність КР-2, роки	-	12
Періодичність КР-1, роки	-	6
Кількість ремонтних циклів КР-2 за життєвий цикл	(2)	3
Кількість ремонтів КР-2 за життєвий цикл	(3)	2
Рік проведення КР-2	(7)	12
Рік проведення КР-2	(7)	24
Кількість ремонтів КР-1 за ремонтний цикл КР-2	(5)	1
Кількість ремонтів КР-1 життєвий цикл	(6)	3
Рік проведення КР-1	(12)	6
Рік проведення КР-1	(12)	18
Рік проведення КР-1	(12)	30

Таблиця 2

Розрахунок кількості та термінів планового проведення капітальних ремонтів електровозу ДЕ1 в обсязі КР-2 та КР-1 протягом життєвого циклу

Показник	Номер розрахункової формули	Значення показника
Період життєвого циклу Т, років	-	36
Пробіг за життєвий цикл, тис. км	-	7200
Міжремонтний пробіг КР-2, тис. км	-	2400
Міжремонтний пробіг КР-1, тис. км	-	800
Кількість ремонтних циклів КР-2 за життєвий цикл	(1)	3
Кількість ремонтів КР-2 за життєвий цикл	(3)	2
Рік проведення КР-2	(10)	12
Рік проведення КР-2	(10)	24
Кількість ремонтів КР-1 за ремонтний цикл КР-2	(4)	2
Кількість ремонтів КР-1 життєвий цикл	(6)	6
Рік проведення КР-1	(15)	4
Рік проведення КР-1	(15)	8
Рік проведення КР-1	(15)	16
Рік проведення КР-1	(15)	20
Рік проведення КР-1	(15)	28
Рік проведення КР-1	(15)	32

Таблиця 3

Результати розрахунку витрат на проведення капітальних ремонтів маневрового тепловоза ТЕМ18 в обсязі КР-2 та КР-1 протягом життєвого циклу

Показник	Рік життєвого циклу			Разом
Розрахунковий рік	1	1	1	-
Норма дисконту	0,1	0,1	0,1	-
Рік проведення КР-2	12	24	-	-
Коефіцієнт дисконтування	0,3505	0,1117	-	-
Ціна одиниці КР-2, тис. грн.	10000	10000	-	-
Дисконтовані витрати на проведення КР-2, тис. грн.	3505	1117	-	4622
Рік проведення КР-1	6	18	30	-
Коефіцієнт дисконтування	0,6209	0,1978	0,063	-
Ціна одиниці КР-1, тис. грн	5000	5000	5000	-
Дисконтовані витрати на проведення КР-1, тис. грн	3105	989	315	4409
Всього дисконтованих витрат на проведення КР-2 та КР-1, тис. грн	6610	2106	315	9031

Таблиця 4

Результати розрахунку витрат на проведення капітальних ремонтів електровоза ДЕ1 в обсязі КР-2 та КР-1 протягом життєвого циклу

Показник	Значення показника						Разом
Розрахунковий рік	1	1	1	1	1	1	-
Норма дисконту	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-
Рік проведення КР-2	12	24	-	-	-	-	-
Коефіцієнт дисконтування	0,3505	0,1117	-	-	-	-	-
Ціна одиниці КР-2, тис. грн	10000	10000	-	-	-	-	-
Дисконтовані витрати на проведення КР-2, тис. грн	3505	1117	-	-	-	-	4622
Рік проведення КР-1	4	8	16	20	28	32	-
Коефіцієнт дисконтування	0,7513	0,5132	0,2394	0,1635	0,0763	0,0521	-
Ціна одиниці КР-1, тис. грн	5000	5000	5000	5000	5000	5000	-
Дисконтовані витрати на проведення КР-1, тис. грн	3757	2566	1197	818	381	260	8979
Всього дисконтованих витрат на проведення КР-2 та КР-1, тис. грн	7262	3683	1197	818	381	260	13600

Висновки даного дослідження і перспективи подальших робіт у цьому напрямі. Таким чином, аналіз і класифікація ремонтної складової життєвого циклу основних засобів локомотивного господарства на прикладі одиниці тягового рухомого складу дозволили формалізувати економіко-математичну модель визначення витрат на здійснення її капітального ремонту. Економіко-математичну модель, яку представлено, може бути застосовано для удосконалення механізму відтворення основних засобів локомотивного господарства.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ізмайлова О.О. Облік витрат з поліпшення основних засобів на промислових підприємствах / Ізмайлова О.О. // Вісник КТУ. – 2010. – № 25. – С. 124-129.
2. Мудра Л. Ремонт і поліпшення основних засобів: нововведення в податковому обліку / Мудра Л. // Баланс-агро. Спецвипуск. – 2011. – № 21(249). – С. 15-16.
3. Хмелевський І. Поліпшення та ремонт власних основних засобів: бухгалтерський облік // Податки та бухгалтерський облік. – 2006. – 21 вересня. – С. 24-27.
4. Назарбаєва І. Ремонт (поліпшення) основних засобів / Назарбаєва І. // Збірник систематизованого законодавства. – 2007. – Вип. 2: Додаток до газети «Бизнес». – С. 143-144.
5. Строіч С. Всі тонкощі ремонтів та модернізацій основних засобів / Строіч С. // Все про бухгалтерський облік. – 2006. – № 59. – С. 90.
6. Ершова Е.С. Методическое обеспечение комплексной системы управления себестоимостью капитального ремонта железнодорожного подвижного состава : автореф. дис. … канд. эконом. наук. – Москва, 2007.
7. A. Claypool. Progressive Railroading, 2003, № 10, p. 66, 68; R. Derocher. Progressive Railroading, 2004, № 1, p. 42-44. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава сторонними компаниями // Железные дороги мира. 2005. – № 10. – С. 47-51.
8. Демидов А.В. Оценка и контроль затрат на капитальный ремонт подвижного состава с применением информационного моделирования : автореф. дис. … канд. эконом. наук. – Москва, 2005.
9. Мирошниченко О.Ф., Ершова Е.С. Новые подходы к управлению затратами на капитальный ремонт основных средств ОАО «РЖД» на основе информатизации экономической работы // Экономика железных дорог. – № 8. – 2006 г. – С. 16-27.
10. Чипига Н.П., Курунова Л.В. Особенности планирования капитального ремонта основных фондов // Экономика железных дорог. – 2003. – № 5. – С. 53-57.