

УДК 629.424.1.003.13

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОЦІНКИ РЕМОНТНОЇ СКЛАДОВОЇ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ МАНЕВРОВОГО ТЕПЛОВОЗА

Рудковський О.В., Калабухін Ю.Є.

### FORMALIZATION OF REPAIR CONSTITUENT OF LIFE CYCLE OF THE SHUNTING LOMOTIVE

Rudkovskiy O., Kalabukhin Y.

У статті розглянуто питання математичного опису ремонтної складової життєвого циклу маневрових тепловозів. В основу математичного опису покладено нормативи планово-попереджувальної системи ремонту тягового рухомого складу залізниць України. Техніко-економічний розрахунок з використанням запропонованого математичного підходу достатньо точно оцінює ремонтну складову життєвого циклу, що дозволяє в подальшому використати його для розробки повної математичної моделі життєвого циклу маневрового тепловоза.

**Ключові слова:** життєвий цикл, маневровий тепловоз, капітальний ремонт, поточний ремонт, ремонтна складова.

**Вступ.** На теперішній час концепція життєвого циклу набуває широкого розповсюдження на тяговий рухомий склад залізниць України. Це обумовлюється, в першу чергу, значним фізичним та моральним зносом залізничної техніки і проблемами її оновлення в період гострого недофінансування галузі. Концепцію життєвого циклу покладено в основу сучасного техніко-економічного аналізу вибору альтернативних варіантів оновлення тягового рухомого складу як за рахунок придбання нової техніки, так і за рахунок модернізації існуючої. Життєвий цикл охоплює значний період часу, протягом якого залізнична техніка експлуатується та підтримується в технічно справному стані. Тому від того, як точно буде дана техніко-економічна оцінка цих складових залежать результати прогнозування довгострокових інвестиційних проектів в оновлення парку тягового рухомого складу залізниць України.

Теоретичні положення концепції життєвого циклу залізничної техніки, зокрема тягового рухомого складу, викладено в роботах як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [1 - 8]. Результати практичного застосування концепції надано в роботах [9 - 12]. Незважаючи на це концепція потребує подальшого розвитку в плані більш детального розгляду

окремих складових життєвого циклу та їх математичного опису у прив'язці до умов експлуатації та системи утримання тягового рухомого складу в технічно справному стані.

**Метою статті** є математичний опис оцінки ремонтної складової життєвого циклу маневрового тепловоза з урахуванням діючої планово-попереджувальної системи ремонту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На теперішній час в основу утримання в технічно справному стані тягового рухомого складу залізниць України покладено планово-попереджувальну систему ремонту, яка регламентується відповідним положенням Укрзалізниці з встановленням міжремонтних періодів та міжремонтних пробігів. Для маневрових тепловозів цим документом передбачено міжремонтні періоди.

Кількість ремонтних циклів маневрового тепловоза в обсязі КР-2 протягом життєвого циклу  $T_{ж.ц.}$  визначається за формулою

$$i = \frac{T_{ж.ц.}}{t_{КР-2}}, \quad (1)$$

де  $t_{КР-2}$  – періодичність проведення капітального ремонту маневрового тепловоза в обсязі КР-2, роки.

Кількість капітальних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі КР-2 протягом життєвого циклу складає

$$n_{КР-2} = i - 1 = \frac{T_{ж.ц.}}{t_{КР-2}} - 1. \quad (2)$$

Кількість капітальних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі КР-1 протягом одного ремонтного циклу КР-2 визначається за формулою

$$m_{\text{КР-1}} = \frac{t_{\text{КР-2}}}{t_{\text{КР-1}}} - 1. \quad (3)$$

де  $t_{\text{КР-1}}$  – періодичність проведення капітального ремонту маневрового тепловоза в обсязі КР-1, роки.

Кількість капітальних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі КР-1 протягом життєвого циклу складає

$$n_{\text{КР-1}} = i \cdot m_{\text{КР-1}} = T_{\text{ж.ц.}} \cdot \left( \frac{1}{t_{\text{КР-1}}} - \frac{1}{t_{\text{КР-2}}} \right). \quad (4)$$

Кількість ремонтних циклів маневрового тепловоза в обсязі КР-1 протягом життєвого циклу визначається за формулою

$$j = \frac{T_{\text{ж.ц.}}}{t_{\text{КР-1}}}. \quad (5)$$

Кількість поточних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі ПР-3 протягом одного ремонтного циклу КР-1 визначається за формулою

$$m_{\text{ПР-3}} = \frac{t_{\text{КР-1}}}{t_{\text{ПР-3}}} - 1. \quad (6)$$

де  $t_{\text{ПР-3}}$  – періодичність проведення поточного ремонту маневрового тепловоза в обсязі ПР-3, роки.

Кількість поточних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі ПР-3 протягом життєвого циклу складає

$$n_{\text{ПР-3}} = j \cdot m_{\text{ПР-3}} = T_{\text{ж.ц.}} \cdot \left( \frac{1}{t_{\text{ПР-3}}} - \frac{1}{t_{\text{КР-1}}} \right). \quad (7)$$

Кількість ремонтних циклів маневрового тепловоза в обсязі ПР-3 протягом життєвого циклу визначається за формулою

$$k = \frac{T_{\text{ж.ц.}}}{t_{\text{ПР-3}}}. \quad (8)$$

Кількість поточних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі ПР-2 протягом одного ремонтного циклу ПР-3 визначається за формулою

$$m_{\text{ПР-2}} = \frac{t_{\text{ПР-3}}}{t_{\text{ПР-2}}} - 1. \quad (9)$$

де  $t_{\text{ПР-2}}$  – періодичність проведення поточного ремонту маневрового тепловоза в обсязі ПР-2, роки.

Кількість поточних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі ПР-2 протягом життєвого циклу складає

$$n_{\text{ПР-2}} = k \cdot m_{\text{ПР-2}} = T_{\text{ж.ц.}} \cdot \left( \frac{1}{t_{\text{ПР-2}}} - \frac{1}{t_{\text{ПР-3}}} \right). \quad (10)$$

Кількість ремонтних циклів маневрового тепловоза в обсязі ПР-2 протягом життєвого циклу визначається за формулою

$$l = \frac{T_{\text{ж.ц.}}}{t_{\text{ПР-2}}}. \quad (11)$$

Кількість поточних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі ПР-1 протягом одного ремонтного циклу ПР-2 визначається за формулою

$$m_{\text{ПР-1}} = \frac{t_{\text{ПР-2}}}{t_{\text{ПР-1}}} - 1. \quad (12)$$

де  $t_{\text{ПР-1}}$  – періодичність проведення поточного ремонту маневрового тепловоза в обсязі ПР-1, роки.

Кількість поточних ремонтів маневрового тепловоза в обсязі ПР-1 протягом життєвого циклу складає

$$n_{\text{ПР-1}} = l \cdot m_{\text{ПР-1}} = T_{\text{ж.ц.}} \cdot \left( \frac{1}{t_{\text{ПР-1}}} - \frac{1}{t_{\text{ПР-2}}} \right). \quad (13)$$

Кількість ремонтних циклів маневрового тепловоза в обсязі ПР-1 протягом життєвого циклу визначається за формулою

$$z = \frac{T_{\text{ж.ц.}}}{t_{\text{ПР-1}}}. \quad (14)$$

Кількість технічних обслуговувань маневрового тепловоза в обсязі ТО-3 протягом одного ремонтного циклу ПР-1 визначається за формулою

$$m_{\text{ТО-3}} = \frac{t_{\text{ПР-1}}}{t_{\text{ТО-3}}} - 1. \quad (15)$$

де  $t_{\text{ТО-3}}$  – періодичність проведення технічного обслуговування маневрового тепловоза в обсязі ТО-3, роки.

Кількість технічних обслуговувань маневрового тепловоза в обсязі ТО-3 протягом життєвого циклу складає

$$n_{\text{ТО-3}} = z \cdot m_{\text{ТО-3}} = T_{\text{ж.ц.}} \cdot \left( \frac{1}{t_{\text{ТО-3}}} - \frac{1}{t_{\text{ПР-1}}} \right). \quad (16)$$

Враховуючи значну складність прогнозування зміни вартісних показників ремонтної складової протягом життєвого циклу, припускаємо їх незмінне значення протягом цього періоду на рівні року початку прогнозування. Для урахування фактору часу застосуємо коефіцієнт дисконтування, що перед-

бачається концепцією життєвого циклу. За цих умов витрати на утримання маневрового тепловоза в технічно справному стані шляхом проведення поточних ремонтів та технічних обслуговувань і відновлення його ресурсу шляхом проведення капітальних ремонтів за життєвий цикл без урахування дисконтування визначається за формулою

$$V_{\text{рем.}} = V_{\text{КР-2}} \cdot n_{\text{КР-2}} + V_{\text{КР-1}} \cdot n_{\text{КР-1}} + V_{\text{ПР-3}} \cdot n_{\text{ПР-3}} + V_{\text{ПР-2}} \cdot n_{\text{ПР-2}} + V_{\text{ПР-1}} \cdot n_{\text{ПР-1}} + V_{\text{ТО-3}} \cdot n_{\text{ТО-3}}, \quad (17)$$

де  $V_{\text{КР-2}}$ ,  $V_{\text{КР-1}}$ ,  $V_{\text{ПР-3}}$ ,  $V_{\text{ПР-2}}$ ,  $V_{\text{ПР-1}}$ ,  $V_{\text{ТО-3}}$  – витрати на проведення одиниці ремонту маневрового тепловоза в обсязі відповідно, КР-2, КР-1, ПР-3, ПР-2, ПР-1 та технічного обслуговування ТО-3, грн.

Витрати на утримання маневрового тепловоза в технічно справному стані шляхом проведення поточних ремонтів та технічних обслуговувань і відновлення його ресурсу шляхом проведення капітальних ремонтів за життєвий цикл з урахуванням дисконтування визначається за формулою

$$V_{\text{рем.}} = V_{\text{КР-2}} \cdot (\alpha_{\text{КР-2}} - (1 + E_n)^{t_p - T_{\text{ж.ц.}}}) + V_{\text{КР-1}} \cdot \alpha_{\text{КР-1}} + V_{\text{ПР-3}} \cdot \alpha_{\text{ПР-3}} + V_{\text{ПР-2}} \cdot \alpha_{\text{ПР-2}} + V_{\text{ПР-1}} \cdot \frac{n_{\text{ПР-1}}}{T_{\text{ж.ц.}}} \cdot \alpha_{\text{ПР-1}} + V_{\text{ТО-3}} \cdot \frac{n_{\text{ТО-3}}}{T_{\text{ж.ц.}}} \cdot \alpha_{\text{ТО-3}}, \quad (18)$$

де  $t_p$  – розрахунковий рік життєвого циклу;

$E_n$  – норма дисконту;

$\alpha_{\text{КР-2}}$ ,  $\alpha_{\text{КР-1}}$ ,  $\alpha_{\text{ПР-3}}$ ,  $\alpha_{\text{ПР-2}}$ ,  $\alpha_{\text{ПР-1}}$ ,  $\alpha_{\text{ТО-3}}$  – сумарний коефіцієнт дисконтування за роками проведення відповідного виду капітального ремонту в обсязі КР-2 та КР-1, поточного ремонту в обсязі ПР-3, ПР-2, ПР-1 та технічного обслуговування ТО-3.

Сумарні коефіцієнти дисконтування за роками проведення відповідного виду капітального ремонту в обсязі КР-2 та КР-1, поточного ремонту в обсязі ПР-3, ПР-2, ПР-1 та технічного обслуговування ТО-3 визначаються за формулами:

$$\alpha_{\text{КР-2}} = \sum_{i=1}^{T_{\text{ж.ц.}}} \left[ (1 + E_n)^{t_p - i \times t_{\text{КР-2}}} \right], \quad (19)$$

$$\alpha_{\text{КР-1}} = \sum_{j=1}^{T_{\text{ж.ц.}}} \left[ (1 + E_n)^{t_p - j \times t_{\text{КР-1}}} \right] - \alpha_{\text{КР-2}}, \quad (20)$$

$$\alpha_{\text{ПР-3}} = \sum_{k=1}^{T_{\text{ж.ц.}}} \left[ (1 + E_n)^{t_p - k \times t_{\text{ПР-3}}} \right] - \alpha_{\text{КР-2}} - \alpha_{\text{КР-1}}, \quad (21)$$

$$- \alpha_{\text{КР-2}} - \alpha_{\text{КР-1}}$$

$$\alpha_{\text{ПР-2}} = \sum_{l=1}^{T_{\text{ж.ц.}}} \left[ (1 + E_n)^{t_p - l \times t_{\text{ПР-2}}} \right] - \alpha_{\text{КР-2}} - \alpha_{\text{КР-1}} - \alpha_{\text{ПР-3}}, \quad (22)$$

$$\alpha_{\text{ПР-1}} = \sum_{t=1}^{T_{\text{ж.ц.}}} (1 + E_n)^{t_p - t}, \quad (23)$$

$$\alpha_{\text{ТО-3}} = \sum_{t=1}^{T_{\text{ж.ц.}}} (1 + E_n)^{t_p - t}. \quad (24)$$

де  $i, j, k, l$  – кількість ремонтних циклів за видами ремонту відповідно, в обсязі КР-2 та КР-1, ПР-3 та ПР-2 протягом життєвого циклу.

В таблиці 2 наведено результати розрахунку кількості капітальних, поточних ремонтів та технічних обслуговувань ТО-3 маневрового тепловоза ЧМЕЗ та витрат на їх проведення за життєвий цикл за вихідними даними таблиці 1. Для порівняння в таблиці 2 в графі «за графіком» наведено значення показників, отриманих згідно нормативного графіку проведення відповідних видів ремонту та технічного обслуговування ТО-3.

Таблиця 1

**Вихідні дані до техніко-економічної оцінки ремонтної складової життєвого циклу маневрового тепловоза ЧМЕЗ**

Найменування показника	Значення показника
Період життєвого циклу $T$ , роки	34
Періодичність:	
капітального ремонту КР-2, роки	17
капітального ремонту КР-1, роки	8,5
поточного ремонту ПР-3, міс.	30
поточного ремонту ПР-1, міс.	8,5
технічного обслуговування ТО-3, діб	45
Витрати на одиницю ремонту:	
КР-2 (значення умовні), тис. грн.	10000
КР-1 (значення умовні), тис. грн.	5000
ПР-3 (значення умовні), тис. грн.	500
ПР-1 (значення умовні), тис. грн.	100
ТО-3 (значення умовні), тис. грн.	30
Розрахунковий рік	1
Норма дисконту	0,1

Графічне представлення результатів техніко-економічної оцінки ремонтної складової життєвого циклу маневрового тепловоза ЧМЕЗ з урахуванням дисконтування наведено на рис.

Відхилення результатів розрахунку від значень, що визначені за нормативним графіком проведення відповідних видів ремонту та технічного обслуговування ТО-3 не перевищують 5%. Це підтверджує достовірність формалізації кількісної та вартісної оцінки ремонтної складової життєвого циклу маневрового тепловоза.

Таблиця 2

**Результати техніко-економічної оцінки ремонтної складової життєвого циклу маневрового тепловоза ЧМЕЗ**

Найменування показника	Значення показника		Відхилення, %
	за розрахунком	за графіком	
Кількість ремонтних циклів КР-2 за життєвий цикл, і	2,0	2,0	
Сумарний коефіцієнт дисконтування КР-2	0,2176	0,2176	0
Витрати на одиницю КР-2 у розрахунковому році, тис. грн.	10000	10000	
Кількість капітальних ремонтів КР-2 за життєвий цикл	1,0	1,0	
Витрати на проведення КР-2 за життєвий цикл, тис. грн.	10000,0	10000,0	0
Теж з урахуванням дисконтування, тис. грн.	2176,3	2176,3	0
Кількість ремонтних циклів КР-1 за життєвий цикл, j	4,0	4,0	
Сумарний коефіцієнт дисконтування КР-1	0,5861	0,5588	4,9
Витрати на одиницю КР-1 у розрахунковому році, тис. грн.	5000	5000	
Кількість капітальних ремонтів КР-1 за життєвий цикл	2,0	2,0	0
Витрати на проведення КР-1 за життєвий цикл, тис. грн.	10000,0	10000,0	0
Теж з урахуванням дисконтування, тис. грн.	2930,4	2794,0	4,9
Кількість ремонтних циклів ПР-3 за життєвий цикл	13,6		
Сумарний коефіцієнт дисконтування ПР-3	3,1000	3,2316	4,1
Витрати на одиницю ПР-3 у розрахунковому році, тис. грн.	500	500	
Кількість поточних ремонтів ПР-3 за життєвий цикл	9,6	10	4,0
Витрати на проведення ПР-3 за життєвий цикл, тис. грн.	4800,0	5000	4,0
Теж з урахуванням дисконтування, тис. грн.	1550,0	1615,8	4,1
Сумарний коефіцієнт дисконтування ПР-1	10,5694	10,5694	0
Витрати на одиницю ПР-1 у розрахунковому році, тис. грн.	100	100	
Кількість поточних ремонтів ПР-1 за життєвий цикл	34,4	35	1,7
Витрати на проведення ПР-1 за життєвий цикл, тис. грн.	3440,0	3500,0	1,7
Теж з урахуванням дисконтування, тис. грн.	1069,4	1032,0	3,6
Сумарний коефіцієнт дисконтування ТО-3	10,5694	10,5694	0
Витрати на одиницю ТО-3 у розрахунковому році, тис. грн.	30	30	
Кількість технічних обслуговувань ТО-3 за життєвий цикл	227,8	228,0	0,1
Витрати на проведення ТО-3 за життєвий цикл, тис. грн.	6833,3	6840,0	0,1
Теж з урахуванням дисконтування, тис. грн.	2124,2	2136,8	0,6
Витрати на ремонт та технічне обслуговування за життєвий цикл, тис. грн.	35073,3	35340,0	0,8
Теж з урахуванням дисконтування, тис. грн.	9850,3	9755,0	1,0



Рис. Ремонтна складова життєвого циклу маневрового тепловоза ЧМЕЗ

**Висновки.** Таким чином, запропонований техніко-економічний підхід дозволяє з достатньою точністю оцінити ремонтну складову життєвого циклу, що дозволить в подальшому використати його для розробки повної математичної моделі життєвого циклу маневрового тепловоза.

### Література

1. Павлов Л. Н. Концепция стоимости жизненного цикла как инструмент взаимодействия поставщиков и потребителей в условиях рыночной экономики в Европе / Л. Н. Павлов // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 9. – С. 75-77.
2. Павлов Л. Н. Оценка стоимости жизненного цикла железнодорожной техники / Л. Н. Павлов, Ю. И. Соколов, Н. Е. Вавилов // Экономика железных дорог. – 2006. – №11. – С. 15-19.
3. Иванова Н. Г. Применение методики расчета стоимости жизненного цикла при оценке эффективности инноваций на железнодорожном транспорте / Н. Г. Иванова // Локомотив-информ. – 2007. – № 8. – С. 12-15.
4. Иванова Н. Г. Применение показателя стоимости жизненного цикла при оценке эффективности новых локомотивов / Н. Г. Иванова // Бюллетень транспортной информации. – 2007. – № 1. – С. 21-25.
5. Калабухін Ю. Є. Теоретичні положення визначення вартості життєвого циклу тягового рухомого складу / Ю. Є. Калабухін // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна, 2008. – Вип. 24. – С. 221–225.
6. Калабухін Ю. Є. Теоретичні положення оновлення тягового рухомого складу з урахуванням життєвого циклу / Ю. Є. Калабухін, Е. Д. Тартаковський // Зб. науко-

- вих праць. – Х.: УкрДАЗТ. – 2009. – Вип. 111. – С. 106-120.
7. Методи оцінки життєвого циклу подвижного складу залізничних вузлів: монографія / Э. Д. Тартаковський, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухін, А. П. Фалендиш. – Л.: Ноулідж, 2011. – 174 с.
  8. Тартаковський Э. Д. Оцінка життєвого циклу / Э. Д. Тартаковський, А. П. Фалендиш, Ю. Е. Калабухін, С. Г. Грищенко // Локомотив-інформ. – 2013. – №2(80). – С. 56-60.
  9. Калабухін Ю. Е. Методологія та результати оцінки техніко-економічних показників використання сучасних електропоїздів з урахуванням життєвого циклу / Ю. Е. Калабухін, С. Г. Грищенко, А. П. Фалендиш // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, СХУ, 2009. – №4 (134). – Частина 1. – С. 193-199.
  10. Калабухін Ю. Е. Результати дослідження впливу реструктуризації локомотивного депо на вартість життєвого циклу тягового рухомого складу / Ю. Е. Калабухін // Вісник економіки транспорту і промисловості. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 31. – С. 93-96.
  11. Калабухін Ю. Е. Результати дослідження варіантів оновлення маневрових тепловозів у відповідності до умов експлуатаційної роботи протягом життєвого циклу / Ю. Е. Калабухін // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119 – С. 122-127.
  12. Калабухін Ю. Е. Ефективність використання електровазів 2ЭС10 і ВЛ11М в гірських умовах з урахуванням вартості їх життєвого циклу / С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухін, А. П. Фалендиш // Залізничний транспорт України. – 2013 – №5/6. – С.53-59.

### References

1. Pavlov L. N. Cost concept of life cycle as an instrument for interaction between suppliers and consumers in a market economy in Europe / L. N. Pavlov // Rail. – 2006. – № 9. – p.75-77.
2. Pavlov L. N. Cost estimate of life cycle of the railway equipment / L. N. Pavlov, Y. Sokolov, N. E. Vavilov // Economy railways. – 2006. – №11. – p. 15-19.
3. Ivanova N.G. Application of cost estimation of the life cycle to assess the effectiveness of innovation on railway transport / N. Ivanova // Locomotive-inform. – 2007. – № 8. – p. 12-15.
4. Ivanova N. G. Index application of life cycle costs in assessing of new locomotives efficiency / N. Ivanova // Bulletin of transport information. – 2007. – № 1. – p. 21-25.
5. Kalabukhin Y. E. Theoretical position in cost estimate of life cycle of tractive rolling stock / Y. E. Kalabukhin // Newsletter of the Dnepropetrovsk national university of railway transport named after ac. V. Lazaryan, 2008. – Iss. 24. – p. 221-225.
6. Kalabukhin Y. E. Theoretical positions of rolling stock renewal taking into account a life cycle / Y. E. Kalabukhin, E.D. Tartakovskiy // Coll. of scientific works – Kh: UkrDAZT. – 2009. – Iss. 111. – p. 106-120.
7. Estimate methods of railway rolling stock life cycle: monograph / E. D. Tartakovskiy, S. G. Grischenko, Y. E. Kalabukhin, A. P. Falendysh. – L.: Noulidzh, 2011. – 174 p.
8. Tartakovskiy E. D. Life cycle estimation / E. D. Tartakovskiy, A.P. Falendysh, Y. E. Kalabukhin, S. G. Grischenko // Locomotive-inform. – 2013. – №2 (80). – p. 56-60.

9. Kalabukhin Y.E. Methodology and results of the technical and economic indicators estimation of use of modern electric trains taking into account life cycle / Y. E. Kalabukhin, S. G. Grishchenko, A. P. Falendysh // Bulletin of East Ukrainian National University named after Dahl. – Lugansk, SNU, 2009. No. 4 (134). – Part 1. – P. 193-199.
10. Kalabukhin Y.E. Investigation results of locomotive depot restricting influence on the transport economy cost and industry / Y. E. Kalabukhin // Bulletin of Economics of transport and industry. – Kharkiv: UkrDAZT, 2010 – Iss. 31 – p. 93-96.
11. Kalabukhin Y.E. Investigation results of variants of shunting locomotives in accordance with the terms and conditions of operational work during life cycle / Y. E. Kalabukhin // coll. of scientific works. – Kharkiv: UkrDAZT, 2010 – Iss. 119, p. 122-127.
12. Kalabukhin Y. E. Efficiency of electric 2ЭС10 and VL11M in mountain conditions taking into account the cost of their life cycle / S. G. Grishchenko, Y. E. Kalabukhin, A. P. Falendysh / Railway transport of Ukraine. – 2013. – №5/6. – p. 53-59.

### Рудковський О.В., Калабухін Ю.Е. Формалізація ремонтної складової життєвого циклу маневрового тепловоза

*В статті розглянуто питання математичного опису ремонтної складової життєвого циклу маневрових тепловозів. В основу математичного опису положені нормативи планово-предупредительної системи ремонту тягового подвижного складу залізничних вузлів України. Техніко-економічний розрахунок з використанням запропонованого математичного підходу достатньо точно оцінює ремонтну складову життєвого циклу, що дозволяє в подальшому використовувати його для розробки повної математичної моделі життєвого циклу маневрового тепловоза.*

**Ключові слова:** життєвий цикл, маневровий тепловоз, капітальний ремонт, текущий ремонт, ремонтна складова.

### Rudkovskiy O., Kalabukhin Y. Formalization of the repair constituent of life cycle of the shunting locomotive

*The question of the mathematical description of the repair constituent of life cycle of the shunting locomotive is considered in the article. The standards of the preventive-maintenance system of repair of tractive rolling stock of railways of Ukraine are fixed in basis of the mathematical description. A technical-economical calculation with the use of a proposed mathematical approach fairly enough estimates the repair constituent of life cycle, that allows in future to use it for the development of the complete mathematical model of life cycle of the shunting locomotive.*

**Keywords:** life cycle, shunting locomotive, renewal, maintenance, repair constituent.

**Рудковський О. В.** – викладач Одеського коледжу транспортних технологій, e-mail: od.os@rambler.ru

**Калабухін Ю. С.** – д.т.н., професор, декан економічного факультету Українського державного університету залізничного транспорту, e-mail: kalabuxin-fet@ukr.net

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 05.03.2017