

УДК 629.42.001.76

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНІВ ОНОВЛЕННЯ НОВИХ СЕРІЙ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Тартаковський Е.Д., Крашенінін О.С., Клименко О.В.

PREDICTING THE TIMING UPDATE NEW SERIES OF TRACTION ROLLING STOCK

Tartakovsky E., Krashenin O., Klymenko O.

Необхідність своєчасного оновлення рухомого складу є однією з основних задач для забезпечення ефективності і конкурентоспроможності залізниць. Невизначеність часу заміни застарілого рухомого складу приводить до падіння інтересу до послуг залізниць через надмірні і не завжди обґрунтовані витрати на надані послуги. В основу визначення оптимальних термінів розробки і заміни рухомого складу слід покласти комплексний підхід, що враховує всебічну визначеність чинників, що впливають на ефективність роботи рухомого складу.

Ключові слова: рухомий склад, термін використання, термін розробки.

Вступ. Як показує практика, недотримання в повній мірі принципів логістики в системі утримання рухомого складу може привести до стагнації галузі. За останній час технічний стан рухомого складу, як тягового, так і нетягового, досяг критичної межі, перехід через яку приведе до зупинки діяльності залізниць [2,3].

Через складні фінансові умови в економіці і перевищення нормативного терміну використання рухомого складу все складніше забезпечувати привабливість залізничного транспорту через високі і не завжди обґрунтовані тарифи на послуги залізниць і зношеність основних фондів.

Цьому сприяло також і те, що не приділялося необхідної уваги щодо визначення оптимального часу початку оновлення рухомого складу [11,12,13].

Постановка проблеми. Моральний і фізичний знос активної частини основних фондів залізниць: локомотивів, вагонів і ремонтної інфраструктури примушує керівництво галузі приймати вимушені рішення, зокрема, такі, як подовження терміну використання рухомого складу понад нормативний термін, організація «великих» деповських ремонтів, наближених до умов заводських ремонтів. Зрозуміло, що ці заходи мають обмежений термін дії, і тіль-

ки відтермінують необхідність корінних змін [1,4,9,10].

В ситуації, що склалася, потрібні обґрунтовані наукові підходи і використання досвіду як окремих галузей, що успішно розвиваються, так і досвіду країн, де ці задачі вирішені. В цьому плані доцільно використовувати підходи, що прийняті в галузі експлуатації автомобілів, сільгосптехніки, авіатехніки [1].

В цих галузях підтримується ефективна експлуатація транспортних засобів з необхідною їх модернізацією, та заміною на нові старих транспортних засобів [16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В ряді досліджень розглядалися питання щодо оцінки життєвого циклу рухомого складу і необхідності враховування цього чинника при визначенні вартості одиниці рухомого складу [9,10,15].

Разом з цим залишається невизначеним час модернізації або заміни рухомого складу на новий, коли слід вкладати інвестиції в проектування і будову нового рухомого складу.

Як досліджено в ряді робіт [7,8], час ефективного використання рухомого складу залежить від багатьох факторів.

В фахових вітчизняних і зарубіжних виданнях приводяться результати досліджень, щодо організації системи експлуатації рухомого складу, впровадження в технологічні процеси ТО, ПР діагностичного забезпечення, засобів автоматизації і інформаційних технологій тощо. За останні роки в роботах Тартаковського Е.Д., Калабухіна Ю.Є., Фалендиша А.П., Пузиря В.Г., Жалкіна Д.С., Крашенініна О.С., Устенка О.В. та інших вчених приведені фундаментальні дослідження щодо удосконалення організації утримання тягового рухомого складу (ТРС), в тому числі методи оцінки життєвого циклу ТРС і теоретичні дослідження щодо оновлення ТРС з урахуванням життєвого циклу [1,9,12,14,16].

В напрямку розвитку цих досліджень доцільно відмітити, що важливим чинником довготривалого ефективного використання ТРС є розвиток і обґрунтування підходів щодо часу (періоду) оновлення діючого рухомого складу) [1,4,17].

Мета статті. Метою статті є наукове обґрунтування періоду оновлення тягового рухомого за умови ефективності його використання.

Основний зміст. Вирішити питання щодо доцільності чи недоцільності оновлення тягового рухомого складу і коли саме це робити можна за допомогою аналізу сумарних витрат на його розробку, виробництво і експлуатацію при різному порядку розробки нових серій ТРС [7,11,17].

Нехай в результаті прогнозування і розрахунку необхідної кількості ТРС можна отримати функцію $N(t_{p_i}; t)$ – потреби в цих ТРС. Ця функція, як правило, є зростаючою від поточного часу t і убуваючою від часу кінця розробки t_p даної серії ТРС.

Аналіз процесів експлуатації ТРС дозволяє встановити так звану функцію живучості $v(t_{p_i}; t - t_{II})$, де t_{II} – час виробництва даної серії ТРС. Ця функція представляє собою математичне очікування числа справних ТРС в момент часу t , віднесене до числа ТРС, побудованих в момент часу t_{II} .

Залежність вартості від кількості побудованих ТРС кожної серії має наступний вигляд:

$$C_{II}(t_{p_i}; N_{II_i}) = C_0(t_{p_i}) N_{II_i}(t_{p_i}; t), \quad (1)$$

де N_{II_i} – кількість побудованих ТРС i -ої серії;

$C_0(t_{p_i})$ – коефіцієнт.

Необхідно визначити оптимальну політику заміни (терміни оновлення ТРС нових серій), що мінімізує сумарні витрати за нормативний період T за умови забезпечення в будь-який період необхідних вимог.

Після закінчення розробки нових серій ТРС продовжувати виробництво ТРС старих серій недоцільно із-за їх морального зносу.

При цьому розробка нових серій ТРС повинна починатися в такий час, щоб до кінця розглянутого періоду вона була закінчена і розпочато виробництво нових серій ТРС.

Позначимо $N_x(t_{p_i}; t)$ кількість ТРС i -ої серії (тобто серії, розробка якої була закінчена в момент часу t_{p_i}), що знаходяться в справному стані в момент часу t .

Загальну продуктивність ТРС можна визначити за формулою

$$P^j = \sum_{i=1}^k E_i^j N_x(t_{p_i}; t_j), \quad (2)$$

де E_i^j – показник ефективності ТРС, величина якої залежить від терміну розробки та терміну застосування цього ТРС.

Необхідну продуктивність ТРС можна представити через потрібну кількість ТРС даної серії:

$$P^j = E_1^j N(t_{p_1}; t_j) = \dots = E_i^j N(t_{p_i}; t_j). \quad (3)$$

Звідки

$$E_1^j N(t_{p_1}; t_j) = \sum_{i=1}^k E_i^j N_x(t_{p_i}; t_j). \quad (4)$$

Виразивши E_i^j через E_1^j , після підстановки і скорочень отримаємо залежність

$$1 = \sum_{i=1}^k \frac{N_x(t_{p_i}; t_j)}{N(t_{p_1}; t_j)}. \quad (5)$$

Відповідно до визначення функції живучості можна записати рівняння

$$N_x(t_{p_i}; t) = \int_{t_{p_i}}^t \frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{dt_{II}} v(t_{p_i}; t - t_{II}) dt_{II}. \quad (6)$$

З урахуванням рівняння (6) рівняння (5) запишемо наступним чином:

$$\sum_{i=1}^k \frac{1}{N(t_{p_1}; t)} \int_{t_{p_i}}^t \frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{dt_{II}} v(t_{p_i}; t - t_{II}) dt_{II} = 1. \quad (7)$$

Рівняння (7) дозволяє при заданій політиці заміни (тобто сукупності величин t_{p_i}) визначити

$\frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{dt_{II}}$ для будь-якого моменту часу i , інтегруючи цю функцію, визначити обсяг виробництва ТРС всіх серій $N_{II}(t_{p_i}; t_{II})$ в функції від часу.

Сумарні витрати C_{Σ} складаються з витрат на розробку ТРС всіх серій, на їх виробництво, зберігання, експлуатацію. Для ТРС однієї серії ці витрати до моменту часу T можуть бути записані в наступному вигляді:

$$C_{\Sigma_i} = C_p(t_{p_i}) + C_0(t_{p_i}) N_{II}(t_{p_i}; T)^{\mu} + C_x(t_{p_i}) \int_{t_{p_i}}^T N_x(t_{p_i}; t) dt \quad (8)$$

або

$$C_{\Sigma_i} = C_0(t_{p_i}) \left[k_p(t_{p_i}) + N_{II}(t_{p_i}; T)^{\mu} + k_x(t_{p_i}) \int_{t_{p_i}}^T N_x(t_{p_i}; t) dt \right], \quad (9)$$

де

$$k_p(t_{p_i}) = \frac{C_p(t_{p_i})}{C_0(t_{p_i})}; \quad k_x = \frac{C_x(t_{p_i})}{C_x(t_{p_i})} \quad (10)$$

З урахуванням рівності (6) вираз (9) набуває вигляду

$$C_{\Sigma_i} = C_0(t_{p_i}) \left\{ k_p(t_{p_i}) + \left[\int_{t_{p_i}}^T \frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{dt_{II}} dt_{II} \right] + \right. \\ \left. + k_x(t_{p_i}) \int_{t_{p_i}}^T \int_{t_{p_i}}^t \frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{dt_{II}} v(t_{p_i}; t - t_{II}) dt_{II} dt \right\} \quad (11)$$

Сумарні витрати на ТРС всіх серій з урахуванням приведення витрат до єдиного моменту часу можна записати у вигляді рівняння

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^k C_0(t_{p_i}) \left\{ \frac{k_p(t_{p_i})}{a^{(t_{p_i} - 0.5\tau_p)}} + \left[\int_{t_{p_i}}^T \frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{\frac{dt_{II}}{a^{it}}} dt_{II} \right] + \right. \\ \left. k_x(t_{p_i}) \int_0^T \frac{1}{a^t} \int_{t_{p_i}}^t \frac{dN_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{dt_{II}} v(t_{p_i}; t - t_{II}) dt_{II} dt \right\} \quad (12)$$

$$a = 1 + \alpha; \quad (13)$$

де α – коефіцієнт ефективності капіталовкладень;
 τ_{p_i} – час, що витрачається на розробку ТРС i -ої серії.

Таким чином, математичне формулювання розглянутої задачі наступне: визначити сукупність $t_{p_1}, t_{p_2}, \dots, t_{p_k}$, включаючи і число k (число розробок), при якій з урахуванням умови (7) забезпечується мінімум величини C_{Σ} , що визначається рівнянням (12).

Функціонал C_{Σ} не має властивості адитивності, що вносить додаткові труднощі при вирішенні даного завдання.

Нехай

$$v(t_{p_i}; t - t_{II}) = \exp[-\lambda_i(t - t_{II})] \quad (14)$$

$$N(t_{p_i}; t) = \frac{I(t)}{\alpha(t_{p_i})} \quad (15)$$

Тоді умова достатньої кількості ТРС може бути записана таким чином:

$$J(t) = N_0 v(t_{p_i}; t) + \int_0^t \frac{\partial N_u(t_{p_i}; t_{II})}{\partial t} v(t_{p_i}; t - t_{II}) dt_{II} \quad \text{при } 0 \leq t \leq t_2, \quad (16)$$

$$J(t) = N_0 v(t_{p_i}; t) + \int_0^t \frac{\partial N_{II}(t_{p_i}; t_{II})}{\partial t} v(t_{p_i}; t - t_{II}) dt_{II} + \\ \alpha(t_{p_2}) \int_{t_2}^T \frac{\partial N_{II}(t_{p_2}; t_{II})}{\partial t} v(t_{p_2}; t - t_{II}) dt_{II} \quad \text{при } t_2 \leq t \leq T, \quad (17)$$

При цьому для простоти прийнято $\alpha(t_{p_i}) = 1$.

Рівняння (16) і (17) являють собою інтегральні рівняння Вольтерра другого роду, вирішення яких вдається отримати тільки в найпростіших випадках [5,6]. Зокрема, якщо

$$N(t_{p_i}; t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ N_0 & \text{при } t \geq 0, \end{cases} \quad (18)$$

$$v(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ \exp[-\lambda_0(t - t_{II})] & \text{при } t \geq 0. \end{cases} \quad (18)$$

Рішення виявляється досить простим

$$\frac{\partial N_{II}(t_{p_i}; t)}{\partial t} = N_0 \lambda_0, \quad (20)$$

звідки

$$N_{II}(t_{p_i}; t) = N_0 \lambda_0 t. \quad (21)$$

Сумарна кількість ТРС, які потрібно побудувати за час T для забезпечення в будь-який момент часу N_0 справних, дорівнюватиме

$$N_1 = N_0 + N_0 \lambda_0 T = N_0(1 + \lambda_0 T). \quad (22)$$

Сумарні витрати в цьому випадку будуть дорівнювати

$$C_{\Sigma_1} = C_{II_1} N_0(1 + \lambda_0 T) + C_{x_1} N_0 T. \quad (23)$$

Якщо в момент часу t_2 буде закінчена розробка ТРС і всі серії ТРС будуть замінені новими, то сумарні витрати визначаться наступним чином:

$$C_{\Sigma_2} = C_{II_2} N_0(1 + \lambda_0 t_2) + C_{x_1} N_0 t_2 + \\ + \frac{C_{II_2} N_0 [1 + \lambda_0 (T - t_2)]}{\alpha(t_{p_2})} + \frac{C_{x_2} N_0 (T - t_2)}{\alpha(t_{p_2})} + C_p \quad (24)$$

З цього рівняння необхідно визначити t_2 , яке мінімізує C_{Σ} .

У найпростішому випадку $\lambda_0 = \lambda_{02} = \lambda$.

$$\alpha(t_{p_2}) = \frac{1}{a - bt_2};$$

$$C_{\Pi_1} = C_{\Pi_2} = C_{\Pi}; \quad (25)$$

$$C_{x_1} = C_{x_2} = C_x$$

Значення a і b визначаються з залежностей $a = \frac{T}{t_2}, b = 1 - \frac{C_p}{C_0 N_0}$.

Після підстановки (25) в (24) отримаємо:

$$C_{\Sigma_2} = N_0 \{ C_{\Pi} (1 + \lambda_0 t_2) + C_x t_2 + (a - bt_2) C_{\Pi} \cdot [1 + \lambda(T - t_2) + (a - bt_2) C_x (T - t_2)] \} + C_p \quad (26)$$

далі

$$\frac{\partial C_{\Sigma_2}}{\partial t_2} = 0 = C_{\Pi} \lambda + C_x - b C_{\Pi} [1 + \lambda(T - t_2)] - (a - bt_2) C_{\Pi} \lambda - b C_x (T - t_2) - (a - bt_2) C_x \quad (27)$$

звідки після перетворень

$$t_2 = \frac{a + bT - 1}{2b} + \frac{C_{\Pi}}{2(C_{\Pi} \lambda + C_x)} \quad (28)$$

Як видно з наведеної залежності, значення t_2 залежить від багатьох факторів. Тому розглянемо рішення цього виразу графічно у вигляді $t_2 = f(a, b, T, C_{\Pi} \lambda, C_x)$, як це показано на рис. 1 (а, б, в).

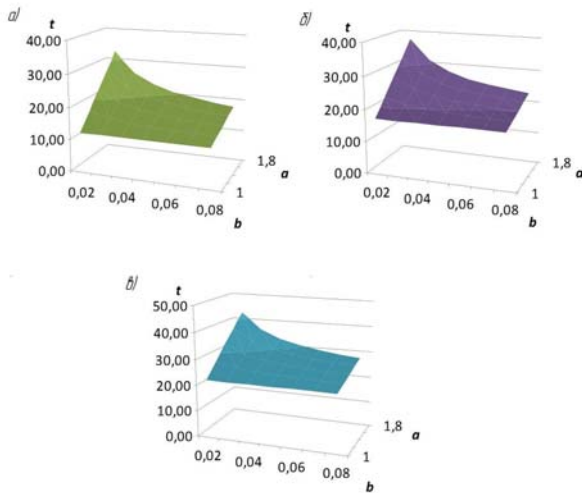


Рис. 1. Залежність часу оновлення ТРС в залежності від нормативного терміну експлуатації: а – при T=20 років експлуатації, б – при T=30 років експлуатації, в – при T=40 років експлуатації

Значення $a, b, T, C_{\Pi} \lambda, C_x$ наведені в таблицях 1, 2, 3 при розрахунку t_2 . З практики проектування і утримання ТРС значення величин a приймається на рівні $b = 1 \div 1,8$, a значення $b = 0,02 \div 0,08$, термін

експлуатації ТРС $T = 20 \div 40$ років, інтенсивність зміни живучості $\lambda = 0,2, 1/\text{рік}$. Інші показники приймаються як середні по галузі: $C_{\Pi} = 5 \cdot 10^6$ грн; $C_x = 10^4$ грн; $C_p = 54 \cdot 10^6$ грн. [3].

Таблиця 1

Розрахунок t_2 в залежності від терміну експлуатації

| При T=20 років | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a \ b | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| 1 | 12,48 | 12,48 | 12,48 | 12,48 | 12,48 | 12,48 | 12,48 |
| 1,2 | 17,48 | 15,81 | 14,98 | 14,48 | 14,14 | 13,90 | 13,73 |
| 1,4 | 22,48 | 19,14 | 17,48 | 16,48 | 15,81 | 15,33 | 14,98 |
| 1,6 | 27,48 | 22,48 | 19,98 | 18,48 | 17,48 | 16,76 | 16,23 |
| 1,8 | 32,48 | 25,81 | 22,48 | 20,48 | 19,14 | 18,19 | 17,48 |
| При T=30 років | | | | | | | |
| a \ b | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| 1 | 17,48 | 17,48 | 17,48 | 17,48 | 17,48 | 17,48 | 17,48 |
| 1,2 | 22,48 | 20,81 | 19,98 | 19,48 | 19,14 | 18,90 | 18,73 |
| 1,4 | 27,48 | 24,14 | 22,48 | 21,48 | 20,81 | 20,33 | 19,98 |
| 1,6 | 32,48 | 27,48 | 24,98 | 23,48 | 22,48 | 21,76 | 21,23 |
| 1,8 | 37,48 | 30,81 | 27,48 | 25,48 | 24,14 | 23,19 | 22,48 |
| При T=40 років | | | | | | | |
| a \ b | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 |
| 1 | 22,48 | 22,48 | 22,48 | 22,48 | 22,48 | 22,48 | 22,48 |
| 1,2 | 27,48 | 25,81 | 24,98 | 24,48 | 24,14 | 23,90 | 23,73 |
| 1,4 | 32,48 | 29,14 | 27,48 | 26,48 | 25,81 | 25,33 | 24,98 |
| 1,6 | 37,48 | 32,48 | 29,98 | 28,48 | 27,48 | 26,76 | 26,23 |
| 1,8 | 42,48 | 35,81 | 32,48 | 30,48 | 29,14 | 28,19 | 27,48 |

Таблиця 2

Сумарні витрати C_{Σ_2} для визначення t_2 в залежності від терміну експлуатації, млрд. грн

| При T=20 років | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 3,245 | 3,087 | 2,930 | 2,773 | 2,616 | 2,459 | 2,302 |
| 1,2 | 3,447 | 3,306 | 3,157 | 3,005 | 2,851 | 2,696 | 2,541 |
| 1,4 | 3,547 | 3,457 | 3,333 | 3,196 | 3,053 | 2,905 | 2,755 |
| 1,6 | 3,546 | 3,540 | 3,459 | 3,347 | 3,220 | 3,085 | 2,944 |
| 1,8 | 3,445 | 3,557 | 3,534 | 3,458 | 3,355 | 3,236 | 3,108 |
| При T=30 років | | | | | | | |
| 1 | 3,952 | 3,644 | 3,335 | 3,027 | 2,718 | 2,410 | 2,102 |
| 1,2 | 4,255 | 3,963 | 3,663 | 3,360 | 3,055 | 2,749 | 2,442 |
| 1,4 | 4,456 | 4,215 | 3,940 | 3,652 | 3,357 | 3,058 | 2,757 |
| 1,6 | 4,557 | 4,400 | 4,167 | 3,904 | 3,626 | 3,339 | 3,047 |
| 1,8 | 4,556 | 4,517 | 4,343 | 4,116 | 3,861 | 3,591 | 3,312 |
| При T=40 років | | | | | | | |
| 1 | 4,559 | 4,048 | 3,538 | 3,028 | 2,518 | 2,008 | 1,498 |
| 1,2 | 4,962 | 4,469 | 3,967 | 3,462 | 2,955 | 2,447 | 1,939 |
| 1,4 | 5,265 | 4,822 | 4,345 | 3,855 | 3,359 | 2,858 | 2,355 |
| 1,6 | 5,466 | 5,107 | 4,673 | 4,208 | 3,728 | 3,240 | 2,746 |
| 1,8 | 5,567 | 5,326 | 4,950 | 4,521 | 4,065 | 3,593 | 3,112 |

Значення C_{Σ_1} відповідно визначенню для $N_0=100$ і складає: $C_{\Sigma_1} = 2,52 \cdot 10^9$ грн. при T=20 ро-

ків; $C_{\Sigma 1} = 3,53 \cdot 10^9$ грн. при $T=30$ років;

$C_{\Sigma 1} = 4,54 \cdot 10^9$ грн. при $T=40$ років. З наведених

даних таблиць 2,4,6 видно, що при $C_{\Sigma 2} < C_{\Sigma 1}$ доцільно в отриманий термін t_2 починати оновлення нових серій локомотивів. Так, коли $a = 1 \div 1,2$, $b = 0,07 \div 0,08$, $C_{\Sigma 2} < C_{\Sigma 1}$ при нормативному терміні експлуатації ТРС $T=20$ років, тобто після приблизно 12,5 років треба починати оновлення ТРС.

При $T=30$ років і значенні $a = 1 \div 1,4$, починаючи зі значень $b = 0,04 \div 0,08$ термін проектування нових ТРС t_2 складає $17,5 \div 22,5$ років, що відповідає даним [8,17].

При $T=40$ років і значенні $a = 1 \div 1,6$, починаючи зі значень $b = 0,04 \div 0,08$ термін проектування нових ТРС t_2 складає $22,5 \div 30,5$ років. [8,17]

Висновки. 1. З точки зору ефективності логістичного забезпечення перевізного процесу залізничним транспортом слід враховувати закладені нормативи термінів використання ТРС і витрати, що прогноуються на його утримання для визначення величини часу оновлення t_2 .

2. Вплив співвідношень $a = \frac{T}{t_2}$ на термін про-

ведення оновлення ТРС має тенденцію зростання t_2 , причому з ростом T значення t_2 теж зростає. При чому граничний термін зростання t_2 регламентується дотриманням умови $C_{\Sigma 1} < C_{\Sigma 2}$.

3. Тенденція зміни t_2 в залежності від $b = 1 - \frac{C_p}{C_0 N_0}$ має повільний характер для конкретних значень a і дозволяє регулювати цей термін в залежності від досягнень локомотивобудування.

Л і т е р а т у р а

1. Тартаковский Э.Д. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: Монография / Э.Д. Тартаковский, С.Г. Грищенко, Ю.Е. Калабухин, А.П. Фалендыш. – Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. – 174 с.
2. Лашко А.Д. Основные направления обновления тягового подвижного состава Украины в 2006-2010 гг. / А.Д. Лашко, В.Н. Самсонкин, А.М. Гончаров, А.В. Коновалов // Локомотив-информ. – 2006. – №6. – с.8-12.
3. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки. – Київ, Укрзалізниця, 2008. – 182 с.
4. ДСТУ 3278-95 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. – Київ: Держстандарт України. 1995. – 59с.
5. Беллман Р. Динамическое программирование. М., Изд. иностр. лит., 1960.
6. Беллман Р. и Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М., «Наука», 1965.

7. Модель формування парку тягового рухомого складу в локомотивних депо в умовах реформування залізниць України [Текст] / А.П. Фалендиш, С.Г. Жалкін, О.С. Крашенінін, О.О. Шапатіна // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – 2008. – Вип. 97. – с. 5-9.
8. Крашенінін О.С. Обґрунтування оптимального терміну експлуатації тягового рухомого складу / О.С. Крашенінін, С.В. Щипак С.А. Матвієнко, О.О. Шапатіна // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Вип.25. – 2011 – с.126-128.
9. Осяев А.Т. Жизненный цикл локомотива и его стоимость / А.Т. Осяев, А.Б. Подшивалов // Локомотив. – 2006. – № 7. – с. 37-38.
10. Иванова Н.Г. Применение показателя стоимости жизненного цикла при оценке эффективности новых локомотивов // Бюллетень транспортной информации. Информационно-практический журнал. – 2007. – №1. – с. 21-25.
11. Калабухін Ю.Є. Теоретичні положення оновлення тягового рухомого складу з урахуванням життєвого циклу / Ю.Є. Калабухін, Е.Д. Тартаковський // Зб. наукових праць. – Х.: УкрДАЗТ. – 2009. – Вип. 111. – с. 106-120.
12. Фалендиш А.П., Калабухін Ю.Є. Визначення вартості життєвого циклу маневрових тепловозів // Вісник Східноукраїнського національного університету. – 2005. – № 8 (90). – Ч.2. – с.239-242.
13. 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.
14. Тартаковський Е.Д. Визначення життєвого циклу тягового рухомого складу (ТРС) / Е.Д. Тартаковський, М.Г. Уманець, Д.О. Аулін // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. Українська державна академія залізничного транспорту. – 2006. – № 72. – С. 82-86.
15. Крашенінін О.С. Оцінка життєвого циклу локомотивів. / О.С. Крашенінін, А.П. Фалендиш // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ. – Вип.46. – 2001 – с.55-58.
16. Терешина Н.П. Комплексная оценка стоимости жизненного цикла новых технических систем с использованием алгоритмов верификации надежности / Н.П. Терешина, В.А. Подсорин, М.Э. Брусиловский // Экономика и финансы. – 2011. – №1. – с. 27-39.
17. Крашенінін О.С. Модель визначення термінів заміни рухомого складу [Текст] / О.С. Крашенінін, А.П. Фалендиш // Вісник Східноукраїнського національного університету. – 2005. – №3(85). – с. 126-130.

References

1. Tartakovskij Je.D. Metody ocenki zhiznennogo cikla tjagovogo podvizhnogo sostava zheleznyh dorog: Monografija /Je.D. Tartakovskij, S.G. Grishhenko, Ju.E. Kalabuhin, A.P. Falendysh. – Lugansk: Izd-vo «Noulidzh», 2011. – 174 s.
2. Lashko A.D. Osnovnye napravlenija obnovenija tjagovogo podvizhnogo sostava Ukrainy v 2006-2010 gg. / A.D. Lashko, V.N. Samsonkin, A.M. Goncharov, A.V. Konovalov // Lokomotiv-inform. – 2006. – №6. – s.8-12.
3. Kompleksna programa onovlennja zaliznizhnogo ruhomogo skladu Ukraini na 2008-2020 roki. – Kiiv, Ukrzaliznicja, 2008. – 182 s.
4. DSTU 3278-95 Sistema rozroblennja ta postavlennja produkciї na виробництво. – Kiiv: Derzhstandart Ukraini. 1995. – 59s.
5. Bellman R. Dinamicheskoe programmirovaniє. M., Izd. inostr. lit., 1960.

6. Bellman R. i Drejfus S. Prikladnye zadachi dinamicheskogo programmirovaniya. M., «Nauka», 1965.
7. Model' formuvannya parku t'jagovogo ruhomogo skladu v lokomotivnih depo v umovah reformuvannya zaliznic' Ukraїni [Tekst] / A.P. Falendish, S.G. Zhalkin, O.S. Krashenin, O.O. Shapatina // Zb. nauk. prac' UkrDAZT. – 2008. – Vip. 97. – s. 5-9.
8. Krashenin O.S. Obgruntuvannya optimal'nogo terminu ekspluatatsії t'jagovogo ruhomogo skladu / O.S. Krashenin, Є.V. Shhipak S.A. Matvienko, O.O. Shapatina // Zb. nauk.prac' DonIZT. – Vip.25. – 2011 – s.126-128.
9. Osjaev A.T. Zhiznennyj cikl lokomotiva i ego stoimost' / A.T. Osjaev, A.B. Podshivalov // Lokomotiv. – 2006. – № 7. – s. 37-38.
10. Ivanova N.G. Primenenie pokazatelja stoimosti zhiznennogo cikla pri ocenke jeffektivnosti novyh lokomotivov // Bjulleten' transportnoj informacii. Informacionno-prakticheskij zhurnal. – 2007. – №1. – s. 21-25.
11. Kalabuhin Ju.Є. Teoretichni polozhennja onovlennja t'jagovogo ruhomogo skladu z urahuvannjam zhitteвого ciklu / Ju.Є. Kalabuhin, E.D. Tartakovs'kij // Zb. naukovih prac'. – X.: UkrDAZT. – 2009. – Vip. 111. – s. 106-120.
12. Falendish A.P., Kalabuhin Ju.Є. Vznachennja vartosti zhitteвого ciklu manevrovih teplovoziv // Visnik Shidnoukraїns'kogo nacional'nogo universitetu. – 2005. – № 8 (90). – Ch.2. – s.239-242.
13. Kalabuhin Ju. Є. Teoretichni polozhennja vznachennja vartosti zhitteвого ciklu t'jagovogo ruhomogo skladu / Ju. Є. Kalabuhin // Visnik Dnipropetrovs'kogo nacional'nogo universitetu zaliznichnogo transportu im. ak. V. Lazarjana. – 2008. – Vip. 24. – s. 221-225.
14. Tartakovs'kij E.D. Vznachennja zhitteвого ciklu t'jagovogo ruhomogo skladu (TRS) / E.D. Tartakovs'kij, M.G. Umanec', D.O. Aulin // Zbirnik naukovih prac' UkrDAZT. Ukraїns'ka derzhavna akademija zaliznichnogo transportu. – 2006. - № 72. - S. 82-86.
15. Krashenin O.S. Ocinka zhitteвого ciklu lokomotiviv. / O.S. Krashenin, A.P. Falendish // Zb. nauk.prac'. – X.: UkrDAZT. – Vip.46. – 2001 – s.55-58.
16. Tereshina N.P. Kompleksnaja ocenka stoimosti zhiznennogo cikla novyh tehniceskij sistem s ispol'zovaniem algoritmov verifikacii nadezhnosti / N.P. Tereshina, V.A. Podsorin, M.Є. Brusilovskij // Jekonomika i finansy. – 2011. – №1. – s. 27-39.
17. Krashenin O.S. Model' vznachennja terminiv zamini ruhomogo skladu [Tekst] / O.S. Krashenin, A.P. Falendish // Visnik Shidnoukraїns'kogo nacional'nogo universitetu. – 2005. – №3(85). –s. 126-130.

Тартаковский Э.Д., Крашенин А.С., Клименко А.В. Прогнозирование определения сроков обновления новых серий тягового подвижного состава.

Необходимость своевременного обновления подвижного состава является одной из основных задач для обеспечения эффективности и конкурентоспособности железных дорог. Неопределенность времени замены устаревшего подвижного состава приводит к падению интереса к услугам железных дорог из-за чрезмерных и не всегда обоснованных расходов на предоставляемые услуги. В основу определения оптимальных сроков разработки и замены подвижного состава следует положить комплексный подход, учитывающий всестороннюю определенность факторов, влияющих на эффективность работы подвижного состава.

Ключевые слова: подвижной состав, срок использования, срок разработки.

Tartakovsky E., Krashenin O., Klymenko O. Predicting the timing update new series of traction rolling stock.

Traction rolling stock of Ukraine's railways has not been updated in recent years, despite the achievement or exceeding of the normative operating life. In this regard, his technical condition reached a critical limit, after which there may be disruptions in the industry. To prevent such a situation, several directions were proposed for the industry to withdraw from the state of stagnation, such as prolonging the service life beyond the normative when carrying out a set of measures for their implementation, introducing repairs to the system of traction rolling stock close to factory ones. Unfortunately, these forced measures only partially helped to mitigate the situation. Proceeding from the foregoing, a new approach to predicting the renewal time of traction rolling stock is proposed, which will allow, depending on a number of parameters, to estimate the optimal period for the beginning of the renewal of the operating tractive rolling stock taking into account the total costs for all components of its contents. Depending on the series of traction rolling stock, operating conditions, the effective period of rolling stock replacement is determined, which will ensure a reduction of the total costs for its maintenance.

Keywords: rolling stock, term of use, term of development.

Тартаковський Е.Д. – д.т.н., проф., кафедри «Експлуатації та ремонту рухомого складу» УкрДУЗТ, м. Харків.

Крашенин О.С. – д.т.н., проф., кафедри «Експлуатації та ремонту рухомого складу» УкрДУЗТ, м. Харків.

Клименко О.В. – асистент кафедри «Експлуатації та ремонту рухомого складу» УкрДУЗТ, м. Харків, e-mail: klymenkoaleksandr1984@gmail.com

Рецензент: д.т.н., проф. **Чернецька-Білецька Н.Б.**

Стаття подана 22.03.2017