

УДК 629.4.083

**ОБҐРУНТУВАННЯ МАНЕВРНОСТІ РЕМОНТНОГО ГОСПОДАРСТВА
ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО**

Д-р техн. наук О. С. Крашенінін, асистенти О. В. Клименко, О. О. Шапатіна,
асп. С. С. Яковлєв

**ОБОСНОВАНИЕ МАНЕВРНОСТИ РЕМОНТНОГО ХОЗЯЙСТВА
ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО**

Д-р техн. наук А. С. Крашенинин, ассистенты А. В. Клименко, О.А. Шапатина,
асп. С. С. Яковлев

**JUSTIFICATION OF THE MAINTENANCE SERVICE MANEUVERABILITY OF THE
LOCOMOTIVE DEPOT**

**D. Sc. (Tech.) O. Krashenin, assistant professor O. Klymenko, O. Shapatina,
postgraduate student S. Yakovlev**

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.181.2018.156310>

За кордоном провідні фірми з виробництва рухомого складу вважають доцільним приділяти велику увагу сектору із забезпечення експлуатаційного рухомого складу комплектуючими вузлами й агрегатами і навіть виконання функцій з їхнього ремонту на власному виробництві. Також у деяких країнах, де використовується швидкісний рухомий склад, локомотивні депо забезпечують організацію ремонту не тільки для приписного парку локомотивів, а й за потреби для локомотивів з інших депо. Тому з'являється завдання забезпечення маневрності виробництва, коли підприємство ціною додаткових витрат здійснює заходи, які дозволяють адаптуватися до найрізноманітніших обставин експлуатації тягового рухомого складу (ТРС). За таких умов функція витрат може зростати, але можна очікувати на її зменшення у певних ситуаціях, що можуть виникнути в майбутньому.

Ключові слова: локомотив, ремонтне обладнання, ремонт, ремонтне господарство, стратегія обслуговування.

За рубежом ведущие фирмы по производству подвижного состава считают целесообразным уделять все больше внимания сектору по обеспечению эксплуатационного подвижного состава комплектующими узлами и агрегатами, а также выполнению функций по их ремонту на собственном производстве. Кроме того, в некоторых странах, особенно там, где используется скоростной подвижной состав, локомотивные депо обеспечивают организацию ремонта не только для приписного парка локомотивов, а и при необходимости для локомотивов из других депо. Отсюда возникает задача обеспечения маневренности производства, когда предприятие ценой дополнительных затрат осуществляет мероприятия, которые позволяют адаптироваться к различным обстоятельствам эксплуатации тягового подвижного состава (ТПС). В таких условиях функция издержек может расти, но можно ожидать ее уменьшения в некоторых ситуациях, которые могут возникнуть в будущем.

Ключевые слова: локомотив, ремонтное оборудование, ремонт, ремонтное хозяйство, стратегия обслуживания.

Abroad, leading companies in the production of rolling stock consider it expedient to pay more and more attention to the sector on providing operational rolling stock with components and assemblies, as well as to perform the functions of repairing them in-house. In addition, in some countries, especially where high-speed rolling stock is used, locomotive depots provide repair services not only for the assigned locomotive fleet, but also, if necessary, for locomotives from other depots. This raises the problem of ensuring the maneuverability of production, when the company, at the cost of additional expenses, carries out measures that allow it to adapt to various circumstances of the operation of the TRS. In such circumstances, the cost function may increase, but it can be expected to decrease in some situations that may arise in the future. A common and simple mean of maneuverability for any production is the presence of a number of reserves, allowing to adapt to such situations of a random nature, such as an unexpected increase in demand, temporary supply disturbances, short-term difficulties in acquiring stocks. Another form of ensuring the maneuverability of an enterprise is associated with the creation of unspecialized multipurpose equipment adapted to maintain various types and volumes of work, depending on the possibilities of delivery or the existing market prices. The maneuverability of production is also achieved as a result of the creation of universal equipment that allows readjustment. In other cases, the adjustment may involve the possibility, for example, to carry out on-site internal reconstruction of any production unit when the structure of the enterprise has changed. Modern maintenance facilities for repairing locomotives in Ukraine have been planning their work for many years, focusing on stable operating and management conditions without significant technological and infrastructural changes. Changes that accompany the current state of the repair infrastructure require the determination of new approaches in organizing the work of all parts of this component of locomotive maintenance. Based on this, the task has a significant practical value, scientific value and relevance.

Keywords: locomotive, repair equipment, repair, maintenance servise, service strategy.

Вступ. Зважаючи на загальну стагнацію галузі, поки не вдається досягти суттєвих змін у поліпшенні ефективності роботи локомотиворемонтних підприємств [1].

Заплановані кроки з реструктуризації підприємств і господарств локомотиворе-

монтних заводів і депо, що зосереджені саме на впорядкуванні й реформуванні підприємств ПАТ «Укрзалізниця», поки не набули потрібного поступу.

За цих умов потрібна реалізація обґрунтованих дій, що дозволять перейти на нову систему підтримки й відновлення

діючого тягового рухомого складу і підготовки до експлуатації нового ТРС.

Загальним і простим засобом упровадження маневреності в будь-яке виробництво є створення низки запасів, що дозволяє пристосуватися до таких ситуацій випадкового характеру, як непередбачене підвищення попиту, тимчасові хиби в постачанні, нетривалі труднощі протягом придбання запасів.

Інша форма забезпечення маневреності підприємства пов'язана зі створенням неспеціалізованого багатоцільового обладнання, пристосованого для обслуговування різних видів і обсягів роботи залежно від можливостей постачання або наявних ринкових цін.

Маневреність виробництва досягається також і в результаті створення універсального обладнання, що допускає переналагодження. В інших випадках пристосування може полягати в можливості реалізації на місці внутрішньої перебудови будь-якого виробничого підрозділу, коли структура підприємства змінилася.

Сучасні ремонтні господарства з ремонту локомотивів в Україні багато років планували свою роботу, орієнтуючись на стабільні умови експлуатації і господарювання, без суттєвих технологічних та інфраструктурних змін. Зміни, що супроводжують нинішній стан ремонтної інфраструктури, потребують визначення нових підходів із організації роботи всіх ланок цієї складової утримання локомотивів. Зважаючи на згадане, порушене завдання має високу наукову й практичну цінність і актуальність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам ефективного використання виробничих потужностей підприємств приділяється багато уваги як за кордоном, так і в нашій країні.

Особливого значення ці проблеми набули в умовах зародження ринкових відносин на тлі стагнації галузі. Велику кількість вітчизняних досліджень присвячено розробленню методології

визначення життєвого циклу з метою оптимізації окремих його складових [12, 13]. У роботах [14, 15, 16] порушуються питання ефективного використання локомотивів у понаднормативний період за умови коригування технологічного забезпечення і міжремонтних пробігів.

Зважаючи на надзвичайну важливість завдань ефективного використання виробничих потужностей у сучасних умовах, набули розвитку й реалізовані як логістичні, так і економічні методи оптимізації роботи підрозділів промислових підприємств [2, 3, 17, 18].

З математичних методів, що органічно описують роботу елементів виробництва, заслуговують уваги методи теорії дослідження операцій, методи динамічного й нечіткого програмування тощо [6, 8, 6, 10].

У роботах [4, 5, 9] вивчено питання оптимізації управління підприємством із використанням цих методів.

У фахових вітчизняних виданнях приведено результативні дослідження з оптимізації систем утримання рухомого складу [7, 8].

Широкий спектр досліджень вивчає сучасні завдання, які, на жаль, не повною мірою враховують сучасні реалії. Зокрема це стосується необхідності створення умов конкурентоспроможності галузі, особливо відносно авіаційних та автомобільних перевезень. Зараз перед галуззю поставлені завдання освоєння швидкісного руху, використання якого орієнтується на ефективну систему його утримання і спроможність надавати ремонтні послуги як приписному парку локомотивного депо, так і послуги з обслуговування та ремонту локомотивів, що приписані до інших депо. Це актуалізує завдання обґрунтування маневреності ремонтного господарства.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою статті є визначення чинників, що впливають на забезпечення маневреності потужностей ремонтного господарства локомотивних депо для

створення можливості проведення ремонтних заходів для локомотивів не тільки приписного парку депо, а й локомотивів з інших депо.

Завданнями дослідження є:

— розроблення моделі вибору обладнання, яке застосовується для ремонту локомотивів, для забезпечення маневреності ремонтного господарства;

— визначення зони ефективності маневреності обладнання для ремонту локомотивів;

— узагальнення моделі для можливості вибору маневреного обладнання при переході до сервісного обслуговування локомотивів.

Основна частина дослідження.

Розглянемо модель, в якій припустимо, що вибір обладнання для ремонту здійснюється виключно між маневреними 1 та неманевреними 2 видами обладнання, що забезпечує виконання однакових функцій і вартість якого відповідно дорівнює c_1 та c_2 ($c_1 > c_2$).

У завданнях, що виникають при роботі підприємства в умовах невизначеності ситуації з організацією роботи підрозділів, зустрічаємося зі «станами середовища» (оснащення підприємства) і з «рішеннями підприємства». У початковий момент існує певний стан середовища, який диктує напрямок капіталовкладень, що здійснюються підприємством. Передбачається, що таке рішення приймається попередньо, до постановки завдання. Рішення, яке є предметом дослідження, полягає у виборі технічних характеристик об'єкта, у який робиться капіталовкладення. Крім того, у цій моделі припускається, що вибір полягає у простій альтернативі між неманевреною технікою і технікою маневреною. Маючи одну й ту ж форму і однакове місце розташування, обидва види обладнання 1 і 2 виконують одні й ті ж функції з урахуванням стану середовища (ремонтної бази і стану локомотива) в початковий момент ремонту.

І навпаки, витрати на капіталовкладення, експлуатацію, ремонт і оновлення обладнання відрізняються: дисконтовані до початкового моменту, вони дорівнюють c_1 для рішення 1 та c_2 – для рішення 2.

Стан ремонтної бази між початковим моментом ремонту і моментом його закінчення передбачається незмінним. У момент закінчення виникають нові умови організації ремонту, які передбачаються визначеними і породжують відому непристосованість x зовнішніх характеристик (вид обладнання, його стан, розташування тощо) початкового капіталовкладення. Перед підприємством постає необхідність зробити вибір, який зводиться до альтернативи: пристосовуватися або не пристосовуватися (виконувати чи не виконувати ремонт). Цей вибір диктується зіставленням витрат при вимозі (не виконувати ремонт) та витрат при реадaptaції (організації ремонту). Причому як ті, так і інші витрати дисконтуються до одного й того ж моменту, який є початковим моментом, що забезпечує порівнянність витрат з початковим вкладенням.

Витрати, пов'язані з відмовою від реорганізації ремонту, практично залежать тільки від стану ремонтної бази і стану локомотива x , але не від початкового рішення, оскільки у варіантах 1 і 2 зовнішні характеристики обладнання є однаковими. Тому можна привести у відповідності зі станом середовища витрати, які дисконтуються $p(x)$, що є різницею між експлуатаційними витратами при рішенні, заснованому на відмові від пристосування до організації ремонту, і витратами при рішенні про пристосування до організації ремонту. За допомогою вибору змінної x , яка відображує стан середовища, завжди можна замінити $p(x)$ на x . Витрати, що дисконтуються, пов'язані з реадaptaцією, дорівнюють $g_1(x)$ для рішення 1 і $g_2(x)$ для рішення 2, причому g_1 і g_2 являють собою зростаючі функції від x . У

загальному випадку це повільно зростаючі функції, бо основні витрати визначаються фактом переробки обладнання, аніж значимістю внесених змін.

Відкладемо значення x по осі абсцис і значення витрат, що дисконтуються $P(x)$, по осі ординат. Стратегія ремонтного господарства депо визначається із зображеного на рис. 1 графіка.

Як видно з наведеного графіка, для ремонтного господарства доцільніше взяти на себе витрати, пов'язані з відмовою від пристосування до x , ніж витрати, пов'язані з реадптацією: $g_1(x)$ – для капіталовкладення 1, $g_2(x)$ – для капіталовкладення 2 при

$$0 < x < a. \quad (1)$$

Для ремонтного господарства вигідніше пристосуватися до нових обставин, ніж нести витрати, пов'язані з відмовою від пристосування, якщо витрати на удосконалення обладнання становлять $g_1(x)$, тобто якщо воно з самого початку обрало маневрене обладнання за умови

$$a_1 < x < a_2. \quad (2)$$

Для ремонтного господарства вигідніше зазнавати витрат, пов'язаних із відмовою від пристосування до x , ніж витримувати витрати, пов'язані з пристосуванням до нових обставин, якщо ці останні дорівнюють $g_2(x)$, тобто якщо підприємство в початковий момент вибрало неманеврене обладнання $a_2 < x$.

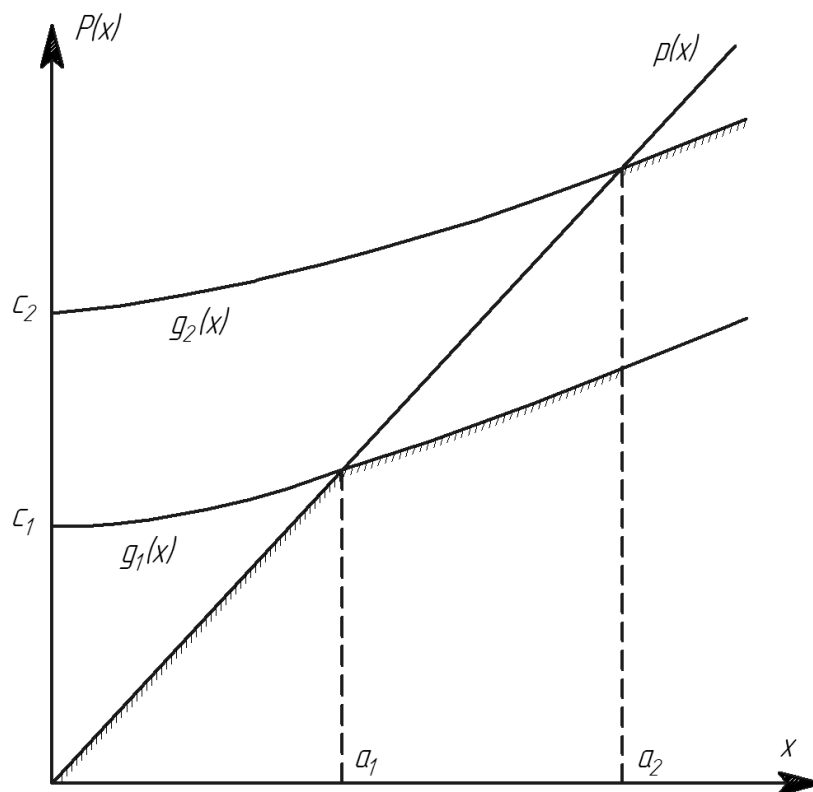


Рис. 1. Вибір стратегії маневреності ремонтного господарства:
 $P(x)$ – витрати, що дисконтуються; x – характеристика стану середовища;
 $p(x)$ – функція дисконтованих витрат при відмові від маневреності

Для ремонтного господарства в усіх випадках вигідно пристосуватися до нового становища, тобто до маневреності ремонтного обладнання.

Маневреність обладнання має дві переваги з точки зору початкових витрат. Вона зменшує витрати, пов'язані з пристосуванням до нових обставин у всьому діапазоні, де в будь-якій формі відбувається це пристосування, і розширює діапазон, у якому має сенс пристосуватися заново.

У початковий момент ступінь нездатності (відмови) до пристосування обладнання являє собою випадкову змінну x , щодо якої припускаємо, що їй можна приписати деяку функцію розподілу $F(x)$.

У разі варіанта 1 сумарні витрати, що дисконтуються, складуть

$$D_1 = c_1 + \int_0^{+\infty} \min[x, g_1(x)]dF(x), \quad (3)$$

де $[x, g_1(x)]$ є найменшим з двох значень x і $g_1(x)$. Попередній вираз можна записати в явному вигляді:

$$D_1 = c_1 + \int_0^{a_1} xdF(x) + \int_{a_1}^{+\infty} g_1(x)dF(x). \quad (4)$$

Відповідно вираз для варіанта 2 має такий вигляд:

$$D_2 = c_2 + \int_0^{a_2} xdF(x) + \int_{a_2}^{+\infty} g_2(x)dF(x). \quad (5)$$

Оптимальне рішення відповідає найменшому з двох значень D_1 і D_2 .

Якщо, наприклад, $g_1(x) = a_1$, $g_2(x) = a_2$ і закон розподілу ймовірностей X є рівномірним в інтервалі від 0 до b , то краще обрати маневрене обладнання, але при тому і тільки за тієї умови, що

$$D_1 < D_2, \quad (6)$$

де

$$\begin{aligned} D_1 &= c_1 + \int_0^{a_1} xdF(x) + \int_{a_1}^{+\infty} a_1 dF(x) = c_1 + \frac{x^2}{2} \Big|_0^{a_1} + a_1 \cdot x \Big|_{a_1}^b = \\ &= c_1 + \frac{a_1^2}{2} + a_1 b - a_1^2 = c_1 + a_1 b - \frac{a_1^2}{2} \end{aligned} \quad (7)$$

$$D_2 = c_2 + a_2 - \frac{a_2^2}{2}. \quad (8)$$

тоді

$$\begin{aligned} D_1 - D_2 &= c_1 + a_1 b - \frac{a_1^2}{2} - c_2 - a_2 b + \frac{a_2^2}{2} = (c_1 - c_2) + b(a_1 - a_2) + \frac{a_2^2 - a_1^2}{2} = \\ &= (c_1 - c_2) + \left[b(a_1 - a_2) - (a_1 - a_2) \frac{a_1 + a_2}{2} \right] = (c_1 - c_2) + (a_1 - a_2) \left(b - \frac{a_1 + a_2}{2} \right) = \\ &= (c_1 - c_2) + b(a_1 - a_2) \left(1 - \frac{a_1 + a_2}{2b} \right) = (a_1 - a_2) \left(b - \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

Й остаточно повинна виконуватись умова

$$c_1 - c_2 < b(a_1 - a_2) \cdot \left(1 - \frac{a_1 + a_2}{2b}\right). \quad (10)$$

Для наочності подамо виконання цієї умови у графічному вигляді на рис. 2.

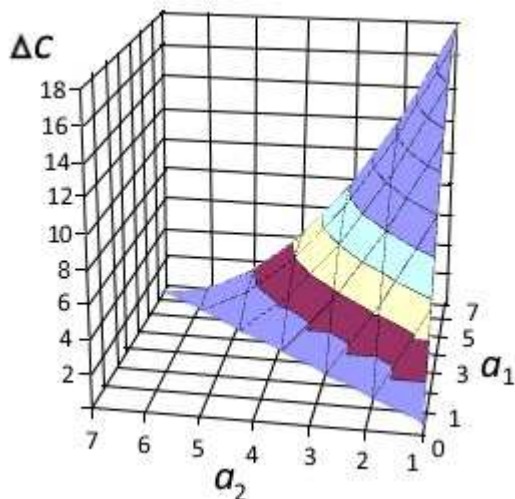


Рис. 2. Графік залежності $\Delta C = f(a_1, a_2)$ для рівномірного розподілу ступеня відмови від пристосування обладнання до зовнішнього середовища

З цієї залежності можна попередньо оцінювати приведені витрати на маневрене ремонтне обладнання для контролю, діагностування і ремонту систем та агрегатів локомотивів.

Можна спробувати узагальнити попередній аналіз у різних напрямках. Найбільш просте узагальнення полягає у припущенні, що в початковий момент ремонтне господарство має можливість вибору більш-менш маневреного обладнання. Охарактеризуємо ступінь неманевреності безперервної змінної y , якій відповідають витрати, що дисконтуються $c(y)$.

Якщо й далі позначати через x дисконтовані витрати, пов'язані з відмовою від пристосування ремонтної бази, то дисконтовані витрати, пов'язані з пристосуванням до нових обставин, будуть виражатися через $g(x, y)$, а вираз $x = g(x, y)$ буде еквівалентний виразу $x = a(y)$. Пристосування до нових обставин здійснюється у той момент і тільки у тому випадку, коли $x > a(y)$ (при умові, що g являє собою повільно зростаючу функцію x). Сумарні витрати, що дисконтуються, складатимуть

$$D(y) = c(y) + \int_0^{+\infty} \min[x, a(y)] dF(x) c(y) + \int_0^{a(y)} x dF(x) + \int_{a(y)}^{+\infty} g(x, y) dF(x). \quad (11)$$

Оптимальна стратегія визначається умовою $\min_y D(y)$.

У розглянутій моделі пристосування до нових обставин потенційно міститься в обраній стратегії. Тобто ремонтне господарство вже більше не має альтернативи пристосовувати або не пристосовувати своє обладнання. Вибір диктується з огляду на той стан середовища, який наявний у цей момент.

Висновки. Наведена модель потребує швидкої реакції на зовнішні впливи й не може бути узагальнена на область відкладення вибору. Одночасно оперативна

дія наведеної методики передбачає, що наступні стани середовища можуть бути перераховані, визначені на основі наявної інформації з урахуванням можливих ситуацій.

Зони ефективності й абсолютні значення величини ΔC виглядають, як на рис. 2, і демонструють, що зі зростанням експлуатаційних витрат виникає потреба у вищих капітальних вкладах у забезпечення маневреності ремонтного фонду локомотивного депо.

Узагальнена модель дозволяє при обраній стратегії урахувати зміну зовнішніх впливів.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро та дизель-поїздів) [Текст] : наказ Укрзалізниці № 093-ЦЗ від 30.06.2010 р. – К. : Укрзалізниця, 2010. – 14 с.
2. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки [Текст]. – К. : Укрзалізниця, 2008. – 182 с.
3. Пустовой, В. Н. Перспективы оптимизации системы ремонта локомотивов [Текст] / В. Н. Пустовой // Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов: материалы Междунар. практ. конф. 14 октября 2015 г. – М. : ВНИИЖТ, 2015. – 15 с.
4. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] : учебник для вузов ж.-д. трансп. / Н. П. Терёшина, В. Г. Галабурда, М. Ф. Трихунков и др.; под ред. Н. П. Терёшиной, Б. М. Лапидуса, М. Ф. Трихункова. – М. : УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.
5. Беллман, Р. Э. Прикладные задачи динамического программирования [Текст] / Р. Беллман, С. Дрейфус; пер. с англ. Н. М. Митрофановой, А. А. Первозванского, А. П. Хусу, О. В. Шалаевского; под ред. А. А. Первозванского. – М. : Наука, 1965. – 460 с.
6. Беллман, Р. Э. Динамическое программирование [Текст] / Р. Беллман; пер. с англ. И. М. Андреевой, А. А. Корбута, И. В. Романовского, И. Н. Соколовой; под ред. Н. Н. Воробьева. – М. : Издательство иностранной литературы. 1960. – 420 с.
7. Justification of Statutory Service Life Extension of Locomotives on the Basis of Theory of Aging [Text] / O. S. Krashenin, O. V. Klymenko, O. V. Ponomarenko, S. S. Yakovlev // International Journal of Engineering & Technology. – 2018. – Vol. 7, № 4.3. – P. 174-178.
8. Крашенінін, О. С. Вибір та оцінка параметрів системи утримання локомотивів [Текст] / О. С. Крашенінін // Зб. наук. праць Української держ. акад. залізнич. трансп. – Харків : УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 121-124.
9. Лебедев, Ю. А. Сетевые модели при ремонте локомотивов [Текст] / Ю. А. Лебедев, Ф. Е. Овчинников. – М. : Транспорт, 1981. – 254 с.
10. Bellman, R. On a Routing Problem [Text] / R. Bellman // Quarterly of Applied Mathematics. – 1958. – Vol. 16, No. 1. – P. 87-90.
11. Вентцель, Е. С. Исследование операций [Текст] / Е. С. Вентцель. – М. : Советское радио», 1972. – 552 с.

12. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог [Текст] : монография / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин [и др.]. – Луганск : Изд-во «Ноулидж», 2011. – 174 с.
13. Оцінка показників ТО при подовженні терміну експлуатації ТРС по наробці [Текст] / Е. Д. Тартаковський, О. В. Устенко, О. С. Крашенінін [та ін.] // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків : УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 132. – С. 5-11.
14. Галкин, В. Г. Надежность тягового подвижного состава [Текст] : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. Г. Галкин, В. П. Парамзин, В. А. Четверов. – М. : Транспорт, 1981. – 184 с.
15. Крашенінін, О. С. Покращення організації технічного обслуговування та поточного ремонту тягового рухомого складу в післянормативний термін його використання [Текст] / О. С. Крашенінін, О. О. Шапатіна, Ю. В. Черняк // Транспортні інновації. – К., 2011. – № 9. – С. 26-28.
16. Крашенінін, О. С. Оцінка ефективності системи подовження терміну служби ТРС більш нормативного і оновлення експлуатаційного парку [Текст] / О. С. Крашенінін, П. О. Харламов // Вісник Східноукраїнського університету ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2012. – № 3(174). – С. 109-113.
17. Li, Changle. An incentive-based optimizing strategy of service frequency for an urban rail transit system [Text] / Changle Li, Jiao Ma, Tom H. Luan, Xun Zhou, Lei Xiong // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. – 2018. – Vol. 118. – P. 106-122.
18. Nourbakhsh, S. Optimal fueling strategies for locomotive fleets in railroad networks [Text] / S. Nourbakhsh, Y. Ouyang // Transportation Research Part B: Methodological. – 2010. – Vol. 44, Issues 9. – P. 1104-1114.

Крашенінін Олександр Семенович, д-р техн. наук, професор кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (097) 991-70-99. E-mail: alsem1512@gmail.com.

Клименко Олександр Вікторович, асистент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (095) 697-08-55. E-mail: kaverrs@gmail.com.

Яковлев Сергій Сергійович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (095) 723-09-20. E-mail: pomndu@ukr.net.

Шапатіна Ольга Олександрівна, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (097) 461-06-00. E-mail: shapatina@ukr.net.

Крашенінін Олександр Семенович, д-р техн. наук, професор кафедри експлуатації та ремонту подвижного складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (097) 991-70-99. E-mail: alsem1512@gmail.com.

Клименко Олександр Вікторович, асистент кафедри експлуатації та ремонту подвижного складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (095) 697-08-55. E-mail: kaverrs@gmail.com.

Яковлев Сергей Сергеевич, аспирант кафедры эксплуатации и ремонта подвижного состава Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (095) 723-09-20. E-mail: pomndu@ukr.net.

Шапатина Ольга Александровна, ассистент кафедры управления грузовой и коммерческой работой Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (097) 461-06-00. E-mail: shapatina@ukr.net.

Krasheninina Oleksandr Semenovich, D. Sc. (Tech.), professor, Department of Maintenance and Repair of Rolling Stock, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel: (097) 991-70-99. E-mail: alsem1512@gmail.com.

Klymenko Oleksandr Viktorovich, assistant professor, Department of Maintenance and Repair of Rolling Stock, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel: (095) 697-08-55. E-mail: kaverrs@gmail.com.

Yakovlyev Serhiy Serheevich, postgraduate student, Department of Maintenance and Repair of Rolling Stock, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel: (095) 723-09-20. E-mail: pomndu@ukr.net.

Shapatina Olha Oleksandrivna, assistant professor, Department of Maintenance and Repair of Rolling Stock, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel: (097) 461-06-00. E-mail: shapatina@ukr.net.

Статтю прийнято 30.10.2018 р.