

УДК 658.7:629.47(477)

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕМОНТНОГО ГОСПОДАРСТВА ДЕПО
ОПТИМАЛЬНИМ РОЗМІРОМ ЗАПАСІВ****Крашенінін О.С., Пономаренко О.В., Яковлев С.С.****PROVISION OF THE MAINTENANCE SERVICE OF THE DEPOT
WITH THE OPTIMAL SIZE OF REPAIR STOCKS****Krashenin O., Ponomarenko O., Yakovlev S.**

Традиційна система технічного обслуговування (ТО), поточного ремонту (ПР) рухомого складу (РС) передбачає обов'язкове забезпечення ремонтного господарства оборотним запасом вузлів і агрегатів. В сучасних умовах зв'язаний капітал у вигляді запасів економічно не завжди обгрунтований з урахуванням зниження обсягів перевезень і старінням локомотивного та вагонного парку. Відповідно до цього в статті розглядається новий підхід до формування і організації роботи системи забезпечення ремонтного господарства депо. Показано, що вирішення задачі розрахунку оптимального запасу агрегатів необхідно координувати з постачальниками готової продукції.

Ключові слова: оптимальний розмір замовлення, питомі витрати на замовлення

Вступ. В нашій країні і за кордоном стратегія утримання рухомого складу (локомотивів і вагонів) спрямована на зниження всіх витрат при ТО, ПР протягом всього життєвого циклу.

Так для забезпечення функціонування ремонтного господарства депо виконане розділення виробничої діяльності на експлуатаційну і ремонтну складові [1, 3, 4]. В свою чергу це передбачає, що ремонтні заводи поряд з виконанням «великих» ремонтів будуть забезпечувати запасними частинами локомотивні і вагонні депо. Разом з цим, як показує аналіз вітчизняного і світового досвіду, найбільш доцільною є модель, коли головну відповідальність за технічний стан локомотивів і вагонів за весь їх життєвий цикл повинен нести завод-виготовлювач [9-11]. Це дає можливість інвестувати зусилля на удосконалення їх конструкції, підвищення надійності, забезпечення сучасним ремонтним обладнанням, організувати гнучкий зв'язок між різними гілками ремонтного і виробничого господарства.

Постановка проблеми. Функціонування ремонтного господарства можна буде вважати ефективним, коли воно буде базуватися на сучасних наукових дослідженнях, а різні новації будуть застосову-

ватись в бізнесі. В цьому плані перспективним напрямком є створення бази даних щодо передових наукових досліджень, що зацікавлять бізнес, в тому числі, в плані ефективної організації роботи підрозділів залізничного господарства. Стратегія переходу від застарілих форм взаємодії постачальник – залізниця повинна враховувати функціональний принцип організації роботи господарств депо, що передбачає відокремлення ремонтних і експлуатаційних лінійних підприємств, створення сучасної системи управління ремонтними комплексами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В УкрДУЗТ і ряді науково-дослідних організацій і ВУЗів виконані дослідження щодо обгрунтування оптимальної роботи ТО, ПР рухомого складу [1, 2, 4, 7]. Аналіз напрямків, зокрема, показує спрямованість досліджень на врахування особливостей розвитку інфраструктури для формування системи утримання РС. Значна увага приділяється оптимізації системи експлуатації РС, впровадження в ТО, ПР діагностичного забезпечення, засобів автоматизації і інформаційних технологій, оптимізації життєвого циклу РС, в тому числі можливості його подовження в понаднормативний період.

В умовах формування ринкових відносин виникає необхідність збалансованого забезпечення роботи системи виробництва і експлуатації РС.

Мета статті полягає в коректуванні підходів щодо визначення оптимальної взаємодії ремонтних господарств депо, виробників і постачальників ремонтного фонду.

Основний зміст. Традиційно локомотивні і вагонні депо отримують комплектуючі до рухомого складу при виконанні ремонтів від підприємств, що спеціалізовані на виробництві або ремонт відповідного обладнання. За останній час, коли значно підвищилися ціни за надані послуги, постає питання щодо оптимізації обсягів цих послуг. З одного боку можна створювати запаси більші, ніж необхідно,

особливо на обладнання оригінальне та яке часто використовується. Однак може виникнути ситуація, коли не весь обсяг комплексу замовлень необхідний, і депо, звичайно, залишає його на складі, а, з іншого боку, поставлена продукція може в деякій мірі не повністю відповідати чи навіть виходити з ладу до початку експлуатації. В першому випадку при стабільній економічній ситуації витрати несе депо на збереження поставленого замовлення, що перевищило потребу. Однак можлива ситуація, коли надані надлишки замовлень можуть бути не потрібні, і спроби його повернути постачальнику або неможливі або будуть реалізовані за меншою ціною. В другому випадку в будь-якій економічній ситуації потрібне додаткове постачання комплексу обладнання, що потребує додаткових витрат. В цих умовах треба вибрати правильну стратегію для визначення розміру комплектуючих запасів [5, 6].

Формалізуємо поставлені задачі і введемо наступні позначення:

c – ціна одиниці замовленої продукції, що постачає даний постачальник;

v – ціна одиниці замовленої продукції, яка опинилася в надлишку (при цьому $0 \leq v \leq c$);

K – витрати, пов'язані з оформленням додаткового замовлення при виникненні такої необхідності;

$p_x(j)$ – ймовірність того, що з партії в x одиниць заказаної продукції j одиниць продукції виявляться непридатними для використання за результатами технічної перевірки ($p_x(j) < 1$).

Припустимо, що необхідне число справних (придатних для використання) одиниць продукції дорівнює N , а замовлення оформляється на x одиниць продукції ($x \geq N$). Якщо несправними виявляються j одиниць продукції, причому $j \leq x - N$, то потреби депо будуть виконані, але $N - (x - j)$ одиниць продукції залишаються не використаними. Якщо $j > x - N$, то невиконані потреби депо складуть $N - (x - j)$ одиниць продукції.

Таким чином, при $j > x - N$ буде потрібне повторне замовлення. При цьому завдання прийняття рішення носить такий же характер, що і в попередньому варіанті. Різниця полягає лише в тому, що тепер потрібне менше число одиниць продукції. У будь-якому випадку для прийняття рішення необхідна інформація щодо попередньої партії одиниць продукції, яка дозволяє визначити, яка кількість справних одиниць продукції потрібна депо додатково. Таким чином, відповідною змінною, що характеризує задовільнення депо, є додаткове число справних одиниць продукції, в яких депо відчуває потребу.

Нехай оптимальною є стратегія, при якій мінімізуються очікувані сумарні витрати на повне задоволення потреб депо в одиницях продукції. Позначимо через n необхідне число одиниць продукції і проаналізуємо, чому будуть дорівнювати витрати, якщо замовити x одиниць продукції. При цьому з повної вартості x одиниць продукції потрібно відняти математичне очікування вартості несправних одиниць продукції, так як вони повертаються заво-

ду-постачальнику за умовами компенсації. Якщо ж число несправних одиниць продукції виявиться настільки незначним, що потреби депо будуть повністю задоволені і навіть залишаться надлишки справних одиниць продукції, слід врахувати скорочення очікуваних сумарних витрат на величину вартості невитрачених одиниць продукції. Якщо ж число несправних одиниць продукції виявиться занадто великим і тому доведеться робити додаткове замовлення, в сумарні очікувані витрати необхідно додати величину витрат при повному замовленні K , що помножена на ймовірність виникнення потреби в повторному замовленні. Аналогічно враховуються очікувані витрати при повторному виникненні потреб в справних одиницях продукції.

Таким чином, позначивши через $f(n)$ мінімальні очікувані витрати в разі, коли потрібно n справних одиниць продукції, матимемо [6]

$$f(n) = \min_{x > n} \left\{ c \left[x - \sum_{j=0}^x j p_x(j) \right] - v \sum_{j=0}^{x-n} (x-n-j) p_x(j) + \sum_{j=x-n+1}^x [K + f(n-x+j)] p_x(j) \right\}, \quad (1)$$

Значення $x(n)$, що визначає $f(n)$, представляє оптимальний розмір партії одиниць продукції. Послідовність $x(n)$, для $n = 1, 2, 3, \dots, n$ представляє оптимальне правило для прийняття керуючого рішення. Якщо необхідно N одиниць продукції, то послідовно обчислюються $f(n)$ для $n = 1, 2, 3, \dots, N$. Після спрощень співвідношення (1) приводиться до вигляду, зручного для отримання чисельного рішення

$$f(n) = \min_{x \geq n} [1 - p_x(x)]^{-1} \left\{ c \left[x - \sum_{j=0}^x j p_x(j) \right] - v \sum_{j=0}^{x-n} (x-n-j) p_x(j) + K \sum_{j=x-n+1}^x p_x(j) + \sum_{j=x-n+1}^{x-1} f(n-x+j) p_x(j) \right\}, \quad (2)$$

в якому виключений член, що дорівнює $n = 1$.

Приймемо біноміальний розподіл виявлення несправних одиниць продукції [5, 6]

$$p_x(j) = \frac{x!}{j!(x-j)!} p^j (1-p)^{x-j}, \quad j = 0, 1, \dots, x,$$

де p представляє ймовірність виявлення несправної одиниці продукції. Тоді оптимальні розміри партії одиниць продукції $x(n)$, коли потрібно n одиниць продукції, наприклад, для випадків $p = \frac{1}{4}$, $p = \frac{1}{2}$,

$$p = \frac{3}{4}, K = 50 \text{ у.о.}, K = 1000 \text{ у.о.}, C = 10 \text{ у.о.}, v = 0,$$

визначені в табл. 1.

Таблиця 1

Визначення партій одиниць продукції

		$p = \frac{1}{4}$			$p = \frac{1}{2}$			$p = \frac{3}{4}$		
K	n	$x(n)$	$f(n)$	$f(n)-cn$	$x(n)$	$f(n)$	$f(n)-cn$	$x(n)$	$f(n)$	$f(n)-cn$
50	1	2	19,3	9,3	3	24,3	14,3	8	27,8	17,18
	2	3	33,5	13,5	6	38,3	18,3	13	42,7	22,7
	3	5	44,9	14,9	8	51,3	21,3	17	56,1	26,1
	5	8	68,3	18,3	12	75,7	25,7	26	80,9	30,9
	10	15	123,8	23,8	23	132,4	32,4	46	138,8	38,8
1000	1	4	34,0	24,0	7	43,1	33,1	17	50,4	40,4
	2	6	49,8	29,8	11	61,1	41,1	24	69,5	49,5
	3	8	64,4	34,4	13	76,7	46,7	30	86,2	56,2
	5	11	90,3	40,3	19	105,1	55,1	41	116,5	66,5
	10	19	151,7	51,7	31	170,5	70,5	67	184,5	84,5

Наприклад, розрахунок $f(n)$ при $K = 50, p = \frac{1}{4}, C = 10, v = 0, n = 1$, виконується таким чином

$$P_2(0) = \frac{2!}{0!2!} \left(\frac{1}{4}\right)^0 \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{9}{16}$$

$$P_2(1) = \frac{2!}{1!1!} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

$$P_2(2) = \frac{2!}{2!0!} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{1}{16}$$

$$P_1(1) = \frac{1!}{1!0!} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$$

$$f(n=1) = \left[1 - \frac{15}{16}\right]^{-1} \left[10 \left[2 - \sum_{j=0}^{x=2} 0 \cdot \frac{9}{16} + 1 \cdot \frac{3}{8} + 2 \cdot \frac{1}{16}\right]\right] + 50 \sum_{j=2}^{x=2} \frac{1}{16} + \sum_{j=1}^{x=1} (1-2+2) \cdot \frac{1}{4} = 19,3$$

Аналогічно виконані інші розрахунки для заповнення таблиці 1.

Наведені розрахунки представлені у вигляді графічних залежностей на рис. 1, 2.

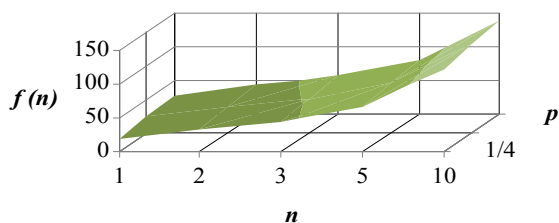


Рис. 1. Залежність функції витрат $f(n)$ від $n, x(n)$, p при $K=50$ у.е.

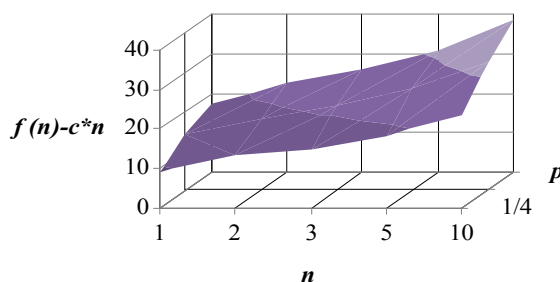


Рис. 2. Залежність гарантії постачальників $f(n)-cn$ від $n, x(n), p$ при $K=50$ у.е.

При збільшенні значень n, p, K значення $x(n)$ зростає. Зміна $x(n)$ в залежності від значень n і K при $p = \frac{1}{2}$, наведена в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати зміни партій одиниць продукції в залежності від значень n та K

n	K			
	50	500	5000	50000
1	3	6	9	13
2	6	9	13	17
3	8	12	16	20
5	12	17	22	27
10	23	30	36	41

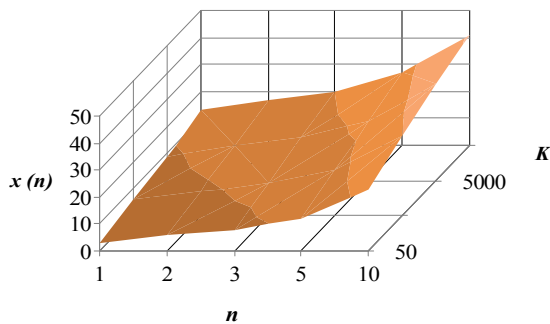
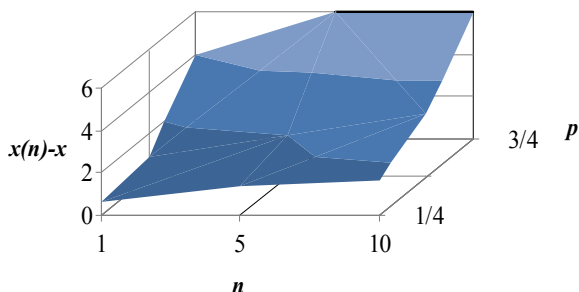
Якщо розмір замовленої партії продукції дорівнює \bar{x} , то очікувана кількість продукції придатної для використання, дорівнює $(1-p)\bar{x}$. Отже, при $\bar{x} = \frac{n}{1-p}$, очікувана кількість справних одиниць продукції збігається з необхідною кількістю n . У розглянутому прикладі значення $x(n)$ завжди перевищує \bar{x} . Значення різниці $x(n)-\bar{x}$, тобто гарантійної частки партії, наведені в таблиці 3. Як видно з розрахунку різниці $x(n)-\bar{x}$ зі збільшенням зростає n .

Таблиця 3
Визначення гарантійної частки партії

K	n	$p = \frac{1}{4}$		$p = \frac{1}{2}$		$p = \frac{3}{4}$	
		\bar{x}	$x(n)-x$	\bar{x}	$x(n)-x$	\bar{x}	$x(n)-x$
50	1	1,33	0,66	2	1	4	4
	5	6,66	1,33	10	2	20	6
	10	13,33	1,66	20	3	40	6
1000	1	1,33	2,66	2	5	4	13
	5	6,66	4,33	10	9	20	21
	10	13,33	5,66	20	11	40	27

Один із способів оцінити економічні наслідки невизначеності спираються на порівняння значень $f(n)$ та cn (мінімальні затрати в разі придбання n справних деталей). Різниця $f(n)-cn$ можна інтерпретувати як максимум того, що готове було заплатити депо за гарантію постачальника поставляти тільки справну продукцію значення $f(n)-c \cdot n$ для задачі, яка розглядається приведені в таблиці 1. Як видно, вказана різниця збільшується з ростом n , K і p , а відношення $\frac{f(n)-c \cdot n}{n}$ із ростом n зменшується.

Наведені розрахунки (табл. 2-3) представлені у вигляді графічних залежностей на рис. 3-4.

Рис. 3. Залежність величин замовлень $x(n)$ від n , і p при $K=50$ у.е.Рис. 4. Залежність гарантійної частки партії $x(n)-x$ від n , і p при $K=50$ у.е.

Висновки. Досягнення мінімальних очікуваних витрат на замовлення в різному ступені залежить від таких чинників: імовірності виявлення несправної одиниці продукції, величини замовленої партії про-

дукції і додаткових витрат при повторному оформленні замовником.

Найбільший вплив на витрати на замовлення оказує величина додаткових витрат на оформлення повторного замовлення K , що також впливає на величину замовлення $x(n)$ (рис. 1, 2).

Величина гарантії виплат постачальнику за якісну продукцію також залежить від додаткових витрат на замовлення продукції і величини замовлення, що визначається зменшенням ймовірності виявлення однієї несправної одиниці продукції p .

В умовах переходу галузі на принципи сервісного обслуговування слід враховувати вплив наведених чинників на величину витрат на забезпечення ремонтного господарства депо необхідним комплектуючим фондом, управління якістю і є можливість забезпечення гнучкого впливу на оптимізацію роботи ремонтних підрозділів.

Література

1. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: монография / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин [и др.]. – Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. – 174 с.
2. Колегаев Р. Н. Определение оптимальной долговечности технических систем. – М.: Советское радио, 1967. – 112 с.
3. Оцінка показників ТО при подовженні терміну експлуатації ТРС по наробці / [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.
4. Крашенінін О. С., Харламов О. П. Оцінка ефективності системи подовження терміну служби ТРС більш нормативного і оновлення експлуатаційного парку / Вісник Східноукраїнського університету ім. Володимира Даля: наук. журнал. – Луганськ, 2012. – № 3(174). – С. 109-113.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М: Наука, 1978. – 832 с.
6. Вагнер С. Основы исследования операций. – том 3. – М: Мир, 1973. – 501 с.
7. Байнхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. – М: Радио и связь, 1988. – 392 с.
8. Alinovi A., Bottani E., Montanari R. Reverse Logistics: A stochastic EOQ-based inventory control model for mixed manufacturing/remanufacturing systems with return policies / International Journal of Production Research. – 2012. – 50 (5), pp. 1243–1264.
9. Basten R.J.I., van Houtum G.J. System-oriented inventory models for spare parts / Surveys in Operations Research and Management Science. – 2014. – № 19 (1), pp. 34-55.
10. Santos P., Pastor J., Serrano L. Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways / J. of Transport and Statistics. – 2000. – № 3. – pp. 61–68.
11. Cohen M.A., Agrawal N., Agrawal V. Winning in the after market / Harvard Business Review. – 2006. – № 84(5), pp. 129-138.
12. DeCroix G.A., Zipkin P.H. Inventory management for an assembly system with product or component returns / Management Science. 2005. – № 51 (8), pp. 1250–1265.
13. Feng Y., Viswanathan S. Heuristics with guaranteed performance bounds for a manufacturing system with product

- recovery / *European Journal of Operational Research*. – 2014. – № 232 (2), pp. 322–329.
14. Fleischmann M., Bloemhof-Ruwaard J.M., Dekker R., Van Der Laan E., Van Nunen, J.A.E.E., Van Wassenhove L.N. Quantitative models for reverse logistics: A review / *European Journal of Operational Research*. – 1997. – № 103 (1), pp. 1–17.
 15. Fleischmann M., Kuik R., Dekker R. Controlling inventories with stochastic item returns: A basic model / *European Journal of Operational Research*. – 2002. – № 138 (1), pp. 63–75.
 16. Govindan K., Soleimani H., Kannan D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future / *European Journal of Operational Research*. – 2014. – № 240 (3), pp. 603–626.
 17. Guide Jr. V.D.R., Srivastava, R. Repairable inventory theory: Models and applications / *European Journal of Operational Research*. – 1997. – № 102 (1), pp. 1–20.
 18. Hughes M. Cost and capacity drive high speed train design/ *Railway Gazette International*. – 2010. – № 5. – pp. 37–39.
 19. New technology center for temple mills train service Eurostar / *Railway Gazette International*. – 2008. – № 10. – pp. 820–821.
 20. Rappold J.A., Van Roo B.D. Designing multi-echelon service parts networks with finite repair capacity/ *European Journal of Operational Research*. – 2009. – № 199 (3), pp. 781–792.
 21. Turki S., Hennequin S., Sauer N. Perturbation analysis for continuous and discrete flow models: A study of the delivery time impact on the optimal buffer level / *International Journal of Production Research*. – 2013. – № 51(13), pp. 4011–4044.

References

1. Metody otsenki zhiznennogo tsikla tyagovogo podvizhnogo sostava zheleznykh dorog: monografiya / E. D. Tartakovskiy, S. G. Grishchenko, YU. Ye. Kalabukhin [i dr.]. – Lugansk: Izd-vo «Noulidzh», 2011. – 174 s.
2. Kolegayev R. N. Opredeleniye optimal'noy dolgovrechnosti tekhnicheskikh sistem. – M.: Sovetskoye radio, 1967. – 112 s.
3. Otsinka pokaznykiv TO pry podovzhenni terminu ekspluatatsiyi TRS po narobtsi / [E. D. Tartakovskyy, O. V. Ustenko, O. S. Krasheninina ta in.] // *Zb. nauk. prats Ukr. derzh. akad. zaliznych. transp.* – Kharkiv: UkrDAZT, 2012. – Vyp. 132. – ss. 5–11.
4. Krasheninina O. S., Kharlamov O. P. Otsinka efektyvnosti systemy podovzhennya terminu sluzhby TRS bilsh normatyvnoho i onovlennya ekspluatatsiynoho parku / *Visnyk Skhidnoukrayinskoho universytetu im. Volodymyra Dalya: nauk. zhurnal*. – Luhansk, 2012. – № 3(174). – ss. 109–113.
5. Korn G., Korn T. *Spravochnik po matematike (dlya nauchnykh robotnikov i inzhenerov)*. – M: Nauka, 1978. – 832 s.
6. Vagner S. *Osnovy issledovaniya operatsiy*. – tom 3. – M: Mir, 1973. – 501 s.
7. Baynkhel't F., Franken P. Nadezhnost' i tekhnicheskoye obsluzhivaniye. *Matematicheskyy podkhod*. – M: Radio i svyaz', 1988. – 392 s.
8. Alinovi A., Bottani E., Montanari R. Reverse Logistics: A stochastic EOQ-based inventory control model for mixed manufacturing/remanufacturing systems with return policies / *International Journal of Production Research*. – 2012. – 50 (5), pp. 1243–1264.
9. Basten R.J.I., van Houtum G.J. System-oriented inventory models for spare parts / *Surveys in Operations Research and Management Science*. – 2014. – № 19 (1), pp. 34–55.
10. Cantos P., Pastor J., Serrano L. Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways / *J. of Transport and Statistics*. – 2000. – № 3. – pp. 61–68.
11. Cohen M.A., Agrawal N., Agrawal V. Winning in the after market / *Harvard Business Review*. – 2006. – № 84(5), pp. 129–138.
12. DeCroix G.A., Zipkin P.H. Inventory management for an assembly system with product or component returns / *Management Science*. 2005. – № 51 (8), pp. 1250–1265.
13. Feng Y., Viswanathan S. Heuristics with guaranteed performance bounds for a manufacturing system with product recovery / *European Journal of Operational Research*. – 2014. – № 232 (2), pp. 322–329.
14. Fleischmann M., Bloemhof-Ruwaard J.M., Dekker R., Van Der Laan E., Van Nunen, J.A.E.E., Van Wassenhove L.N. Quantitative models for reverse logistics: A review / *European Journal of Operational Research*. – 1997. – № 103 (1), pp. 1–17.
15. Fleischmann M., Kuik R., Dekker R. Controlling inventories with stochastic item returns: A basic model / *European Journal of Operational Research*. – 2002. – № 138 (1), P. 63–75.
16. Govindan K., Soleimani H., Kannan D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future / *European Journal of Operational Research*. – 2014. – № 240 (3), pp. 603–626.
17. Guide Jr. V.D.R., Srivastava, R. Repairable inventory theory: Models and applications / *European Journal of Operational Research*. – 1997. – № 102 (1), P. 1–20.
18. Hughes M. Cost and capacity drive high speed train design/ *Railway Gazette International*. – 2010. – № 5. – pp. 37–39.
19. New technology center for temple mills train service Eurostar / *Railway Gazette International*. – 2008. – № 10. – pp. 820–821.
20. Rappold J.A., Van Roo B.D. Designing multi-echelon service parts networks with finite repair capacity / (2009) *European Journal of Operational Research*. – 2009. – № 199 (3), pp. 781–792.
21. Turki S., Hennequin S., Sauer N. Perturbation analysis for continuous and discrete flow models: A study of the delivery time impact on the optimal buffer level / *International Journal of Production Research*. – 2013. – № 51(13), pp. 4011–4044.

Крашенинин А. С., Пономаренко Е. В., Яковлев С. С. Обеспечение ремонтного хозяйства депо оптимальным размером запасов.

Традиционная система технического обслуживания (ТО), текущего ремонта (ТР) подвижного состава (ПС) предусматривает обязательное обеспечение ремонтного хозяйства оборотным запасом узлов и агрегатов. В современных условиях связанный капитал в виде запасов не всегда экономически обоснован с учетом снижения объемов перевозок и старением локомотивного и вагонного парка. В соответствии с этим в статье рассматривается новый подход к формированию и организации работы системы обеспечения ремонтного хозяйства депо. Показано, что решение задачи расчета оптимального запаса агрегатов необходимо координировать с поставками готовой продукции.

Ключевые слова: оптимальный размер заказа, удельные расходы на заказ

Krashenin O., Ponomarenko O., Yakovlev S. Provision of the maintenance service of the depot with the optimal size of repair stocks.

The traditional system of technical maintenance, current repairs of rolling stock provides for the mandatory provision of the maintenance service with turnover stock of nodes and units. In the modern conditions, the linked capital in the form of stocks requires economic justification in terms of reduction in traffic volumes and aging of locomotives and rolling stock. Further operation of the maintenance service can be considered effective when it is based on up-to-date research, and various innovations will be used in business. Analysis of domestic and international experience shows that the most appropriate model is where the primary responsibility for the technical condition of locomotives and cars for the whole life cycle should be borne by the plant. This makes it possible to invest efforts in improving their design, increasing reliability, providing modern repair equipment, organizing a flexible

connection between different branches of the repair and production services.

Keywords: *optimum size of the order, unit costs to order*

Крашенінін О.С. – д-р техн. наук, професор кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу” Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, e-mail: errsl@mail.ua.

Пономаренко О.В. – аспірант кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу” Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, e-mail: errsl@mail.ua.

Яковлев С.С. – аспірант кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу” Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, e-mail: errsl@mail.ua.

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

Стаття подана 22.03.2017