

УДК 656.071.8

КЕРУВАННЯ РОЗВИТКОМ МЕЗОЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ

Харламов П.О., Харламова О.М.

DEVELOPMENT MANAGEMENT OF THE MESOLOGISTIC SYSTEM OF ROLLING STOCK MAINTENANCE

Kharlamov P., Kharlamova O.

В статті проаналізовані аспекти керування розвитком мезологістичної системи ремонту рухомого складу. В якості мезологістичної системи було прийняте виробниче підприємство з ремонту рухомого складу як транспортно-логістичний кластер з віртуальними зв'язками. Розглянуто процес міжсистемної взаємодії, розроблена математична модель оптимального розподілу ресурсів і поетапної оптимізації ресурсної, структурної й функціональної надмірності роботи ремонтного підрозділу в мезологістичній системі та запропоновано алгоритм її практичної реалізації.

Ключові слова: мезологістична система, віртуальний транспортно-логістичний кластер, система ремонту, розподіл ресурсів.

Вступ. Ремонтні підрозділи залізничного транспорту, відгороджені від ринку внутрішнім середовищем підприємства системами, що застаріли, планування й нормування ремонтних робіт, заплутаним порядком обліку витрат і ще цілим рядом проблем, стають тем «слабкою ланкою», яке здатне виявити істотний негативний вплив на роботу всього підприємства. Традиційна ізоляція самого промислового транспорту від ринку ще більше збільшує ситуацію, та вимагає ефективних підходів до формування взаємозв'язків систем, різних по своїх функціональних, територіальних і галузевих ознакам. Це стає можливим шляхом реалізації сучасної мережевої концепції розвитку економіки транспорту. Найбільшу популярність здобувають проекти, засновані на мережевій взаємодії, а саме на створенні мезологістичних систем і їх особливій формі - мережових транспортно-логістичних кластерів з віртуальними зв'язками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У цей час у якості одного з можливих і найбільш діючих шляхів підвищення ефективності системи ремонту промислового залізничного рухомого складу, причому без яких-небудь додаткових інвестицій, виступає зміна існуючої стратегії й

методів проведення ремонтів і технічного обслуговування [1, 2, 7, 8, 9]. Основні дослідницькі роботи останнім часом спрямовані на оптимізацію витрат на ремонт парку рухомого складу й зокрема витрат, пов'язаними із системою запасів. Гуїлаури Р., Розенстиль Є., Букан Д. і Кинисберг Є. розглядали стратегії керування запасами з багатьма критичними рівнями, а також найпростіші багатокаскадні системи постачання. Основною математичною моделлю, яка застосовується в теорії керування запасами, є так звана класична модель оптимального розміру замовлення, яка описана в багатьох роботах і, зокрема, в [5, 6].

На цей час ученими й фахівцями розроблені концепції «точно в строк» (just-in-time), KANBAN, оптимального планування матеріальних ресурсів MRP (materials resource planning) концепція «худого виробництва» [3, 4], які дозволяють визначити мінімально необхідний і достатній рівень запасів для підприємства, а також забезпечити стійкий процес реалізації в дійсних умовах постачання, збуту й організації виробництва.

Мета статті. Обґрунтувати можливість і необхідність застосування логістичних принципів і методів при формуванні ефективної мезологістичної системи ремонту із використанням мережових транспортно-логістичних кластерів з віртуальними зв'язками, яка стала б частиною єдиної системи оптимального розподілу ресурсів у ремонтному підрозділі.

Результати досліджень. Згідно проведеної класифікації [10] сучасну систему ремонту рухомого складу можна віднести до мезологістичних систем та їх різновиду - мережових транспортно-логістичних кластерів з віртуальними зв'язками. Віртуальний мережевий транспортно-логістичний кластер (або мережний транспортно-логістичний кластер з віртуальними зв'язками) являє собою об'єднання контрагентів потокових процесів на основі взаємодії через загальний інформаційно-

аналітичний центр, стабільність якого забезпечена включенням у структуру кластера мережних транспортно-експедиційних, логістичних і оптово-роздрібних компаній – постачальників послуг і конструкційних складових рухомого складу. Зрозуміло, при такому великому й різнобарвному складі учасників у перспективі можуть виникати конфліктні ситуації, викликані різними типами логістичних ризиків, з розбіжністю інтересів декількох сторін логістичного процесу й проявляються в момент вибору альтернативи.

Стратегія керування розвитком віртуального мережного транспортно-логістичного кластера являє собою модель дій, необхідних для реалізації цілей керування потоковими процесами, з урахуванням досягнення заданих значень контролюючих параметрів і критеріїв метасистеми – системи ремонту в нашому випадку.

Згідно [10] класифікація конфліктів керуючих і керованих логістичних систем, а також способу їх вирішення, до мезологістичних систем відноситься ресурсний конфлікт. Ресурсний конфлікт представляє дефіцит технічних, транспортних, кадрових і складських ресурсів у підсистемах кластера. Розв'язком даного конфлікту є знаходження цільової функції оптимального розподілу ресурсів у системі ремонту.

Цільова функція завдання оптимального розподілу ресурсів у ремонтному підрозділі полягає в мінімізації приросту відмов від виконання ремонтів у плинні звітного (заданого) відрізка часу:

$$\sum_{t=1}^{T_0} \sum_{i=1}^N (m_{i,t-1} - m_{i,t}) \rightarrow \min \quad (1)$$

де t - розрахунковий момент часу;

T_0 - планований період;

i - номер ділянки ремонтної зони;

N - кількість ділянок (елементів) у складі ремонтної зони;

$m_{i,t}$ - кількість відмов на i -м ділянці в t -й момент часу:

$$m_{i,t} = \sum_t (1 - m_i) \quad (2)$$

де m_i - ознака працездатності i -ї ділянки.

Якщо $m_i = 1$, то це означає повну працездатність ділянки, а якщо ні, то $m_i = 0$.

Усі обмеження, що накладаються на цільову функцію, задають рівень вимог до працездатності й ефективності роботи ремонтного підрозділу. Кількість відмов від ремонтів обмежується наявними в ремонтному підрозділі ресурсними, структурними й функціональними резервами.

Обмеження на ресурсний резерв – сума відхилень продуктивності кожної ділянки

(елемента) ремонтного підрозділу S_i від заданого інтервалу $[Q_{\min}, Q_{\max}]$ не повинна перевищувати нормованого в ремонтній програмі значення S :

$$\sum_{i=1}^{T_0} S_i \leq S, \text{ де} \quad (3)$$

$$\begin{cases} S_i = 0, \text{ при } Q_{\min} \leq q_i \leq Q_{\max}; \\ S_i = 1, \text{ при } q_i \leq Q_{\min} \text{ або } q_i \geq Q_{\max} \end{cases}$$

Обмеження на структурний резерв - сумарна величина зношування основних фондів pf_i і середній рівень стажу (кваліфікації) працівників pl_i по всіх ділянках ремонтного підрозділу не повинні відхилитися від нормованих значень, відповідно - PF і PL:

$$\sum_{i=1}^N pf_i \leq N, \text{ де} \quad (4)$$

$$\begin{cases} pf_i = 0, \text{ при } pf_i \leq PF_{\max}; \\ pf_i = 1, \text{ при } pf_i \geq PF_{\max}, \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^N pl_i \leq N, \text{ де} \quad (5)$$

$$\begin{cases} pl_i = 0, \text{ при } pl_i \leq PL_{\min}; \\ pl_i = 1, \text{ при } pl_i \geq PL_{\min}, \end{cases}$$

Обмеження на масштаб відмови - падіння продуктивності ремонтного підрозділу в результаті зупинки його ділянок для усунення виявленого порушення не повинне перевищувати заданої величини. Зупинка ділянки ремонтного підрозділу може бути здійснена по трьом основним причинам: відбулося відхилення продуктивності ділянки від установлених величин; зношування основних фондів на ділянці перевищив припустимий рівень; середній рівень кваліфікації (середній стаж) працівників на ділянці нижче встановленого рівня:

$$\sum_{i=1}^N (m_i \cdot q_i) \leq Q, \text{ де} \quad (6)$$

$$\begin{cases} m_i = 1, \text{ при } s_i \cdot pl_i \cdot pf_i = 0; \\ m_i = 0, \text{ при } s_i \cdot pl_i \cdot pf_i = 1, \end{cases}$$

де m_i - ознака працездатності i -ї ремонтної ділянки;

q_i - середня продуктивність i -ї ремонтної ділянки;

Q - величина припустимого зниження продуктивності ремонтного підрозділу.

Обмеження на час усунення причин відмови (фактора, який може привести до відмови від проведення ремонту) на i -м ділянці:

$$\sum_{i=1}^N (m_i \cdot t_i) \leq T, \text{ де} \quad (7)$$

$$\begin{cases} m_i = 1, \text{ при } s_i \cdot pf_i \cdot pl_i = 0; \\ m_i = 0, \text{ при } s_i \cdot pf_i \cdot pl_i = 1, \end{cases}$$

де t_i - тривалість усунення причин відмови (фактора, що приводить до відмови від виконання ремонту) на i -й ділянці;

T - припустиме для ремонтного підрозділу, у цілому, час на усунення причин відмов (виявлених факторів).

Обмеження на фінансові (матеріальні) резерви, наявні в ремонтному підрозділі й використовувані для усунення причин відмов (факторів) на i -й ділянці:

$$\sum_{i=1}^N (m_i \cdot r_i) \leq R, \text{ де} \quad (8)$$

$$\begin{cases} m_i = 1, \text{ при } s_i \cdot pf_i \cdot pl_i = 0; \\ m_i = 0, \text{ при } s_i \cdot pf_i \cdot pl_i = 1, \end{cases}$$

де r_i - грошові (матеріальні) ресурси, необхідні для усунення причин відмови (фактора) на i -й ділянці;

R - наявні грошові (матеріальні) ресурси, використовувані для усунення причин відмов (виявлених факторів).

У такій постановці завдання мінімізації приросту кількості відмов (факторів, що приводять до відмов) вирішується для заданої величини ресурсних, структурних і функціональних резервів. Крім цього, у відповідності зі швидкістю перетворення ресурсів у структурно-функціональних елементах, виявляються напрямки використання резервів. У першу чергу вони направляються в ті елементи, швидкість перетворення ресурсів у яких мінімальна, а кількість відмов і витрати на їхнє усунення - максимальні.

Як тільки досягається мінімум цільової функції (приріст відмов зупинений) при заданих величинах резервів, необхідно здійснювати перехід на більш високий рівень використання ресурсів і ефективності роботи ремонтного підрозділу. Для цього змінюються граничні умови завдання - задається нова кількість ресурсних, структурних і функціональних резервів ремонтного підрозділу.

Мінімізація приросту відмов дозволяє привести продуктивність ремонтного підрозділу до заданого рівня, створює запаси й резерви ресурсів (фінансів, матеріалів і часу), необхідні для переведення ремонтного підрозділу на більш високий рівень працездатності й ефективності; визначає можливість виконання ремонтних впливів у повному обсязі. На більш високому рівні ці запаси й резерви

витрачаються для усунення відмов, які на поточному рівні, у силу більш твердих обмежень, переходять із розряду безпечних у розряд небезпечних.

Таким чином, при обмежених резервах неможливо забезпечити необхідну продуктивність ремонтного підрозділу по видах, обсягах і строкам ремонтів залізничного рухомого складу при мінімальному прирості відмов. Зниження резервів продуктивності й кількості відмов приводить до того, що умови (4) і (5) (частково й (3)) перестають бути граничними, тобто виникає резерв фінансів, матеріалів, часу й масштабу. Граничним залишається умова (1) (частково (2)). При жорсткості вимог до продуктивності, умови (3), (4) і (5) знову стають граничними.

Фактично, умови (3), (4) і (5) є «фільтром» для визначення небезпечних і (або) важко переборних відмов. Наявність відмов, що не пройшли через ці фільтри, знижує продуктивність (обмеження (1)). Необхідна продуктивність досягається при відсутності небезпечних і важко переборних відмов, тобто при переведенні їх у категорію безпечних.

Для локалізації дії негативних факторів, у ремонтному підрозділі створюються проміжні ємності - буфери між окремими елементами або технологічними процесами системи. У ремонтному підрозділі в якості одного з таких буферів виступають запаси відреставрованих (відновлених) вузлів і агрегатів, запчастин і комплектуючих, створювані на складах за рахунок випередження ремонтних робіт або наявності обігового фонду.

Висновок. Для оптимального розподілу ресурсів і поетапної оптимізації ресурсної, структурної й функціональної надмірності роботи ремонтного підрозділу рекомендується використовувати розроблену математичну модель, яка реалізується в наступній послідовності:

- створення системи обліку наявності й витрати ресурсів, переоцінка запасів і створення резерву ресурсів;
- підвищення ефективності використання елементів системи (ремонтного встаткування, оснащення, будинків і т.д.), створення структурних резервів;
- поліпшення взаємодії суміжних елементів і структурних ланок системи, оптимізація ресурсних і структурних резервів;
- забезпечення погодженої й ритмічної роботи ремонтного підрозділу, створення резервів на основі керування ресурсами, структурою й функціями мезологістичної системи.

Л і т е р а т у р а

1. Жданов В.Н. и др. Ремонт вагонов промышленного транспорта: Учеб, пособие. - М.: Транспорт, 1996. -180 с.
2. Кузнецов А.Г., Жданов В.Н. и др. Ремонт вагонов промышленного транспорта: Учеб, пособие. - М.: УМК МПС, 1996. -180 с.

3. Радионов Р.А., Радионов А.Р. Управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия: Учеб, пособие. - М.: Дело и сервис, 1999. - 400с.
4. Ремонт электроподвижного состава промышленного транспорта / Забелин Г.Д., Курасов Д.А., Пацовский Ю.В., Соловьев В.В. Под ред. Потапова М.Г. - М.: Транспорт, 1982. - 288 с.
5. James R. Stock, Douglas M. Lambert. Strategic Logistics Management. McGraw-Hill/Irwin, 2001. -872p.
6. Roy D. Shapiro, James L. Heskett. Logistics strategy: cases and concepts. West Pub. Co., 1985. – 602p.
7. Третьяков А.В. Управление индивидуальным ресурсом вагонов в эксплуатации - Дисс. докт. техн. наук. - С-Пб. 2004. - 382 с.
8. Шанченко П.А., Подшивалов А.Б., Яныгин В.Ю. Статистическая оценка показателей качества работы локомотивного хозяйства // Вестник ВНИИЖТ. 2002. № 5. С. 20-25.
9. Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства / Под ред. С.С. Маслакова. - М.: Транспорт, 1983. - 359 с.
10. Сосунова Л.А., Фрейдман Л.А. Управление развитием мезологистической системы на принципах гомеостатического подхода. Вестник Самарского государственного экономического университета. Выпуск № 6(128) 2015 г. – С.59-63.

References

1. Zhdanov V.N. i dr. Remont vagonov promyshlennogo transporta: Ucheb, posobie. - М.: Transport, 1996. -180 s.
2. Kuznecov A.G., Zhdanov V.N. i dr. Remont vagonov promyshlennogo transporta: Ucheb, posobie. - М.: UMK MPS, 1996. -180 s.
3. Radionov R.A., Radionov A.R. Upravlenie sbytovymi zapasami i oborotnymi sredstvami predpriyatija: Ucheb, posobie. - М.: Delo i servis, 1999. - 400s.
4. Remont jelektropodvizhnogo sostava promyshlennogo transporta / Zabelin G.D., Kurasov D.A., Pacovskij Ju.V., Solov'ev V.V. Pod red. Potapova M.G. - М.: Transport, 1982. - 288 s.
5. James R. Stock, Douglas M. Lambert. Strategic Logistics Management. McGraw-Hill/Irwin, 2001. -872p.
6. Roy D. Shapiro, James L. Heskett. Logistics strategy: cases and concepts. West Pub. Co., 1985. – 602p.
7. Shanchenko P.A., Podshivalov A.B., Janygin V.Ju. Statisticheskaja ocenka pokazatelej kachestva raboty lokomotivnogo hozjajstva // Vestnik VNIIZhT. 2002. № 5. S. 20-25.
8. Ekonomika, organizacija i planirovanie lokomotivnogo hozjajstva / Pod red. S.S. Maslakova. - М.: Transport, 1983. - 359 s.
9. Sosunova L.A., Frejdman L.A. Upravlenie razvitiem mezologisticheskoy sistemy na principah gomeostaticeskogo podhoda. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. Vypusk № 6(128) 2015. – S.59-63.

Харламов П.А., Харламова Е.Н. Управление развитием мезологистической системы ремонта подвижного состава.

В статье проанализированы аспекты управления развитием мезологистической системы ремонта подвижного состава. В качестве мезологистической системы было принято производственное предприятие по ремонту подвижного состава как транспортно-логистический кластер с виртуальными связями. Рассмотрен процесс межсистемного взаимодействия, разработанная математическая модель оптимального распределения ресурсов и поэтапной оптимизации ресурсной, структурной и функциональной чрезмерности работы ремонтного подразделения в мезологистической системе, а также предложен алгоритм ее практической реализации.

Ключевые слова: мезологистическая система, виртуальный транспортно-логистический кластер, система ремонта, распределение ресурсов.

Kharlamov P., Kharlamova O. Development management of the mesologistic system of rolling stock maintenance

Repair units of the railway transport are under the influence of the outdated system of planning and rationing repair work, which has a significant negative impact on the work of the entire enterprise. Specificity of the work of the railway transport requires effective ways to the formation of interconnections systems, different in their functional, territorial and sectoral features. This is possible through the implementation of a modern network concept for the development of transport economics - the creation of mesologistic systems and their special form - network transport and logistic clusters with virtual communications. From these systems, optimization of expenses for the repair of the fleet of rolling stock and the cost of the stock system depends. Were considered advanced concept of "just-in-time", KANBAN, MRP (materials resource planning), which can determine the minimum necessary and sufficient reserves for the company and reasonable opportunity and need for logistics principles and methods for the formation of an effective mesologistic repair system.

Key words: mesologistic system, virtual transport and logistics cluster, repair system, resource allocation.

Харламов Павло Олександрович - к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту, Kharlamov.erps@gmail.com

Харламова Олена Миколаївна - ст. викладач кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту, kharlamova.inyazdep@kart.edu.ua

Рецензент: д.т.н., проф. **Глікін М.А.**

Статья подана 28.05.2018