

УДК 656.13:656.212

*Ломотько Д.В., д.т.н. (УкрДАЗТ)
Болоболін С.П. (Донецька залізниця)*

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ
ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ КОЛИВАННЯ ОБСЯГІВ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ**

Вступ. Транспортний процес залізниць повинен базуватися на ресурсозберігаючих принципах організації роботи з оптимізацією перерозподілу між підрозділами обсягів перевезень, рухомого складу, фінансових та інших ресурсів. Це вимагає розв'язання наукових задач, які пов'язані з розробкою критеріїв ефективного перерозподілу обмеженого ресурсу в умовах невизначеності в процесі формування відповідних інформаційних систем. В зв'язку з цим слід розглядати проблему формування транспортних технологій залізниць з урахуванням особливості перерозподілу обмеженого ресурсу за критерієм отримання максимального загальносистемного ефекту на залізничному полігоні.

Постановка задачі. Як показано у [1], в організації системи розподілу обмеженого ресурсу з елементами логістичних технологій беруть участь наступні елементи: логістичний центр управління, виконавчі транспортні підрозділи та навколишнє середовище. Згідно до [2] логістичний центр управління здійснює основний вплив на транспортний ринок і на суб'єктів цього ринку шляхом розподілу ресурсу, якого у нього у розпорядженні є у кількості R . Виконавчі підрозділи є суб'єктами технологічного процесу транспортування – залізничні станції, дирекції перевезень, експедиторські організації, підприємства промислового залізничного транспорту в кількості N на полігоні. Всі вони є рівноправними учасниками розподілу обмеженого ресурсу, у той же час вони формують попит на ресурс з метою здійснення транспортного процесу. Навколишнє середовище - велика група інших суб'єктів транспортного процесу залізниць та транспортного ринку у цілому, що пасивно використовують ресурс для реалізації своїх інтересів.

Удосконалення процесу перерозподілу обмежених ресурсів в умовах коливання обсягів перевезень на залізницях. Формалізуємо процес

розподілу обмеженого ресурсу на транспортному полігоні у вигляді описової моделі. Оскільки загальні обсяги перевезень Q істотно впливають на потрібну кількість ресурсу r_i для кожного підрозділу, а обсяги для кожного підрозділу q_i мають значні коливання, запропоновано невизначеність обсягів перевезень врахувати з використанням апарату нечіткої логіки. Удосконалення процесу перерозподілу здійснимо з урахуванням функції ефекту при використанні ресурсу i -м виконавчим підрозділом

$$e_i = \omega_i f(r_i, q_i), \quad (1)$$

де ω_i – коефіцієнт ефективності перерозподілу ресурсу для i -го виконавчого підрозділу, $\omega_i \in [0; 1]$.

Будемо вважати, що у випадку вичерпання можливостей самостійного перерозподілу ресурсу виконавчими підрозділами, в цьому процесі починає брати участь логістичний центр. Основною причиною цього втручання є корегування сформованого підрозділами розподілу в першу чергу рухомого складу на полігоні взагалі, оскільки центр здійснює управління ситуацією на полігоні у цілому з метою отримання загальносистемного ефекту. Логістичний центр використовує наявні у нього ресурсні можливості на протязі часу, що фактично означає зміну ефективності розподілу ω_i в тому числі – в залежності від обсягів перевезення

Зробимо припущення, що функціональні залежності ефекту від кількості отриманого ресурсу e_i є опуклими безперервними функціями. Введемо до моделі згідно [3] відсоток стимулювання виконавчого підрозділу ρ_i , пропорційно до якого розподіляється отриманий загальносистемний ефект, наприклад, у вигляді прибутку. Таким чином, для виконавчого підрозділу величина стимулювання складає

$$St_i = \rho_i \omega_i f(r_i, q_i). \quad (2)$$

Якщо функція ефекту e_i і стимулювання St_i є спільним знанням логістичного центру і виконавчих підрозділів [4], то умовно оптимальним перерозподілом ресурсів буде

$$\begin{aligned}
 E = \arg \max_{r_i} \sum_{i=1}^N [\rho_i \omega_i f(r_i, q_i)]; \\
 \left\{ \begin{aligned}
 \sum_{i=1}^N r_i &\leq R; \\
 \sum_{i=1}^N q_i &\leq Q; \\
 \forall i \in [1, N]; \forall \omega_i \in [0, 1]; \rho_i &= const
 \end{aligned} \right. \quad (3)
 \end{aligned}$$

Умови у цільовій функції (3) характеризують процес ресурсозбереження. На транспортний процес залізниць діють внутрішні та зовнішні фактори, що характеризуються відповідними технологічними показниками у процесі перерозподілу ресурсів. В той же час, наслідком усіх змін, як правило, є відсутність достовірної інформації про зміну ефекту в результаті перерозподілу ресурсу та внаслідок коливань обсягів перевезень. Це призводить до необхідності формування відповідних АРМ оперативних працівників. Тому логістичний центр здійснює перерозподіл ресурсу в умовах інформації про зменшення чи збільшення рівня ефективності функціонування виконавчих підрозділів e_i , який має характер невизначеності.

Тоді логістичний центр має інформацію про ефект від перерозподілу у вигляді значень функції приналежності значень $\mu_{\tilde{E}}(r_i, e_i)$ множині нечіткого ефекту \tilde{E} . Нечіткі оцінки функції приналежності можуть бути отримані шляхом обробки бази даних про роботу виконавчих підрозділів або методом експертних оцінок. Відповідно до принципу узагальнення Беллмана-Заде, значення функції приналежності нечіткої інформації про ефект, отриманий логістичним центром управління в залежності від вектору \mathbf{r} розподілу ресурсу та обсягів перевезень \mathbf{q} , складе

$$\left\{ \begin{aligned}
 \mu_{\tilde{E}}(\mathbf{r}, E) &= \sup_{i \in N} \min_{e_i} \mu_{\tilde{E}}(r_i, e_i) = \sup_{i \in N} \min_{E} \mu_{\tilde{E}}(r_i, \omega_i f(r_i, q_i)); \\
 E &= \sum_{i=1}^N e_i; \\
 \mathbf{r} &= (r_1, \dots, r_N); \mathbf{q} = (q_1, \dots, q_N); \forall i: r_i \geq 0, q_i \geq 0
 \end{aligned} \right. \quad (4)$$

Таким чином, синтез ресурсозберігаючої системи розподілу обмеженого ресурсу (одного типу) на залізничному полігоні в умовах нечіткої інформації полягає у виборі центром управління вектора \mathbf{r} ресурсу, який буде максимізувати функцію

$$r^* = \arg \max_{\mathbf{r}} \left[\mu_{\tilde{E}}(\mathbf{r}, \mathbf{e}) \right];$$

$$\begin{cases} E = \sum_{i=1}^N e_i; \\ \mathbf{r} = (r_1, \dots, r_N); \mathbf{q} = (q_1, \dots, q_N); \\ \forall i: r_i \geq 0, q_i \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

У більш загальному випадку припустимо у різних виконавчих підрозділах виникає потреба у різних з m видів ресурсів. Тоді логістичний центр може брати участь у процесі перерозподілу цих ресурсів. З позиції ресурсозберігаючого підходу рішення задачі перерозподілу може бути отримано у вигляді

$$r^* = \bigcup_{j \in m} \arg \max_{\mathbf{r}} \left[\mu_{\tilde{E}_j}(\mathbf{r}_j, \mathbf{e}_j) \right];$$

$$\begin{cases} E = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^N e_{ji}; \\ \mathbf{r}_j = (r_{j1}, \dots, r_{jN}); \mathbf{e}_j = (e_{j1}, \dots, e_{jN}); \\ r_{ji} \geq 0, e_{ji} \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

У реальній ситуації виконавчі транспортні підрозділи можуть подавати замовлення на ресурс з пріоритетами. Для врахування цього факту до моделі можливо ввести моделі ваговий вектор $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N\}$

пріоритету кожного з підрозділів, $\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$. Тоді для кожного підрозділу можливо визначити відносну важливість у вигляді $\lambda_1 \succ \lambda_2 \succ \dots \succ \lambda_N$ і виконати їх розподіл на пріоритетні і непріоритетні відносно заданого рівня значимості λ_0 . У цьому випадку перерозподіл ресурсу можливо

вважати ітеративним процесом: спочатку задовольняються потреби у ресурсу для підрозділів $\lambda_i \succ \lambda_0, \forall i \in [1, N]$. Після цього процес розподілу продовжується для інших підрозділів згідно з (5) та з можливістю перерозподілу можливого надлишку ресурсу.

Перевірку якості запропонованих підходів здійснено за правилом Фішберна. Якщо зіставити кожному показнику R_i рівень його значимості $\lambda_i, \forall i \in [1, N]$, то для оцінки цього рівня розташуємо всі показники за правилом убутання значимості

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_N. \quad 6)$$

Якщо система показників R_i проранжирована в порядку убутання їх значимості, то значимість i -го показнику можливо визначити за правилом Фішберна [5]

$$\lambda_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}. \quad 7)$$

Превагою правила Фішберна є той факт, що воно може бути використано у випадку, коли про рівень значимості показників невідомо нічого крім (6). Тоді оцінка (7) відповідає максимуму ентропії наявної інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження. Це дозволяє використовувати дані підходи у АРМ та запропонувати оперативному персоналу найкращі варіанти рішень в найгіршій інформаційній обстановці [6].

Використання запропонованого підходу до формування транспортного процесу з оптимізацією перерозподілу обмеженого ресурсу на базі апарату нечіткої логіки запропоновано здійснити для розподілу вагонів на залізничному полігоні в складі системи підтримки прийняття рішень. В той же час, однією з найважливіших задач є визначення потрібного інвентарного парку локомотивів, умов його раціонального використання і перерозподілу в тому числі - за територіальною ознакою.

Поряд з формальними аналітичним визначенням існують наступні об'єктивні фактори, які впливають на потрібну кількість ресурсів r_i :

- непродуктивне використання ресурсу – відбувається за рахунок великого обсягу маневрових пересувань та пересилкою порожнього рухомого складу, які пов'язані з збіркою груп вагонів для подавання-

прибирання, переформування груп вагонів згідно оперативних вимог клієнтів;

- нераціональне територіальне розміщення об'єктів – географічно пункти навантаження і вивантаження можуть бути розташовані таким чином, що додатково необхідно вирішувати задачу про оптимальне прикріплення одних від інших;

- територіальне розміщення під'їзних колій підприємств-клієнтів – вони можуть бути розташовані на великій відстані один від одного. Це потребує утримання додаткового парку локомотивів та вагонів з низьким коефіцієнтом завантаження при малих обсягах роботи;

- вичерпання строку служби ресурсів – знижується ефективність експлуатаційної роботи, зменшується надійність роботи, що потребує наявності постійного „гарячого” резерву. Досвід показує, що значення резерву локомотивів повинно знаходитися в інтервалі від 10% до 25% від експлуатаційного парку, а для вагонів – на рівні 5-10%.

Висновок. Таким чином, запропонований підхід до формування транспортного процесу залізниць з вирішенням задачі раціонального перерозподілу обмеженого ресурсу на полігоні базується на критерії максимізації ефекту від такого розподілу для логістичного центру. Для пошуку оптимального рішення в моделі використано нечіткий ефект функціонування виконавчих транспортних підрозділів для оцінки загальної ефективності управління процесами перерозподілу ресурсу з урахуванням ресурсозберігаючих підходів. Використання запропонованого підходу у складі АРМ показує ефективність транспортного процесу в умовах перерозподілу ресурсу. На базі розглянутої моделі з єдиних методологічних позицій можливо скорегувати існуючу систему розподілу обмежених ресурсів на залізницях.

Список літератури

1. Методологічний підхід щодо створення структури логістичного центру залізниць України / Д.В. Ломотько, В.В. Козак, Т.В. Бутько та ін. // Залізничний транспорт України. – 2007. - №1.- С. 29-33.
2. Ломотько Д.В., Кузнецов М.М. До питання оптимізації розподілу рухомого складу під навантаження на залізничному полігоні // Інформаційно-управляючі системи на залізничному транспорті № 4, 2005. - с.96-101.
3. Ломотько Д.В., Бутько Т.В. Удосконалення технології розподілу рухомого складу при використанні механізму стимулювання підрозділів. // Зб. Наукових праць УкрДАЗТ. Випуск 68. Харків, 2005, с. 40-46
4. Иващенко А.А., Колобов Д.В., Новиков Д.А. Механизмы финансирования инновационного развития фирмы. М.: ИПУ РАН, 2005. – 66 с.

5. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.
6. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. - М.: Наука, 1981.