

ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ПРИЗНАЧЕННЯ РЕМОНТНО-КОЛІЙНИХ РОБІТ

О. С. Чернишова, к. т. н., доц.

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна*

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Стан залізничної колії та пристроїв залізниці завжди повинен гарантувати безпеку руху поїздів. У разі виявлення несправностей у колії виконуються роботи, які дозволяють відновити технічний стан залізниці, у протилежному випадку встановлюється обмеження швидкості або закривається рух поїздів. Види ремонтних робіт та їх періодичність регламентується Положенням про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України [1]. Планомірне зростання та постійне вдосконалення технічного оснащення колії та споруд, їх технічне обслуговування забезпечують покращення експлуатаційних та економічних показників і, як результат, підвищують ефективність та конкурентоспроможність процесу перевезень. В колійному господарстві відбуваються зміни, які спрямовані на підвищення якості ремонтів колії і швидкості руху поїздів, забезпечення безпеки руху та зниження експлуатаційних витрат. Але у останні роки на залізничному транспорті фінансування є обмеженим, а тому нерідко виникає необхідність встановлювати попередження з обмеження швидкості руху поїздів, які знижують пропускну і провізну спроможність ділянок та призводять до втрат. А тому особливою гостротою набуває впровадження нових підходів щодо оцінки ефективності капітальних вкладень та обґрунтування вибору найбільш ефективних варіантів при призначенні ремонтно-колійних робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз напрацьовань попередніх дослідників [2-7] показав, що існуючі методи оцінки ефективності капітальних вкладень на ремонтно-колійні роботи дають можливість отримувати приблизні результати, оскільки не враховують у повній мірі характеристики ділянок і умови експлуатації, де виникають постійні та тривалі обмеження швидкості. В умовах ринкової економіки ряд пропозицій і підходів до вирішення проблеми потребують корінних змін. Отже, встановлення ділянок, на яких обмеження швидкості руху через несправності колії призводять до найбільших експлуатаційних втрат через зростання витрат електроенергії та палива, додаткових витрат на поточне утримання колії на ділянках гальмування та розгону поїздів – перед і після «бар'єрного» місця, а також визначення оптимальної стратегії розподілення інвестицій для досягнення максимального ефекту, є актуальною задачею сьогодення. У роботі [8] розроблено і впроваджено метод раціональної послідовності відміни обмежень швидкості руху поїздів, який базується на математичній моделі і відрізняється від існуючих тим, що дозволяє раціонально розподіляти кошти з урахуванням обмеженого інвестування проектів.

Метою даного дослідження є розробка методики встановлення раціональної послідовності призначення ремонтно-колійних робіт.

Строительство, материаловедение, машиностроение

Виклад матеріалу. Для визначення найефективніших ділянок було вирішено задачу векторної оптимізації на прикладі деяких напрямків Львівської залізниці. Послідовність розв'язання такої задачі наведено у роботах [8-10]. Вихідні дані представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

*Деякі обмеження швидкості, зумовлені станом залізничної колії,
що діють на Львівській залізниці*

№з/п	Найменування ділянки	Характеристики обмежень, що діють на дослідній ділянці	Втрати залізниці при невиконанні ремонтно-колійних робіт млн. грн./рік	Втрати, потрібні на виконання ремонтно-колійних робіт, млн грн
1	Волочиськ – Підволочиськ	1,8 км, 60 км/год, непридатність шпал	0,037	0,900
2	Затока – Городок	4,0 км, 60 км/год, модернізація	1,842	5,229
3	Родатичі – Судова Вишня	4,2 км, 60 км/год, модернізація	0,524	4,980
4	Славсько – Лавочне	4,2 км, 40 км/год, модернізація	0,536	5,229
5	Тухля – Славсько	2,0 км, 40 км/год, модернізація	0,365	2,241
6	ст. Броди	2,8 км, 60 км/год, модернізація	0,718	3,486
7	Верба – Кам'яниця Вол.	4,2 км, 60 км/год, модернізація	0,439	5,229
8	Озеряни – Здолбунів	5,5 км, 80 км/год, дефектність скріплення	0,111	2,200
Всього			4,573	29,494

Втрати залізниці при невиконанні ремонтно-колійних робіт (див. табл. 1) визначено за методикою, що наведена у роботі [8], та включають скорочення часу руху, зниження витрат паливо-енергетичних ресурсів та зниження витрат на поточне утримання залізничної колії. Витрати на ремонтно-колійні роботи прийнято за даними Львівської залізниці станом на 01.12.2012 р. На виконання всіх робіт потрібно понад 29 млн. грн., ефект від усунення обмежень швидкості на різних ділянках суттєво відрізняється, а тому постає питання вибору ділянок, на яких виконання ремонтно-колійних робіт необхідне у першу чергу. При цьому слід враховувати розміри наявних коштів залізниці.

Розглянемо множину дослідних ділянок $E \in \mathbf{A}(\Omega)$ (див. табл. 1), кожна з яких оцінюється за допомогою трьох показників: необхідних капітальних вкладень на усунення діючих обмежень ($KV(E)$), економічної ефективності від зняття обмежень, яка складається з таких частин: скорочення часу руху ($Z_1(E)$), зниження витрат паливо-енергетичних ресурсів та зниження витрат на поточне утримання залізничної колії ($Z_2(E)$). При виборі найкращого варіанту показники $Z_1(E)$ і $Z_2(E)$ бажано отримати якомога більшими, а

$KV(E)$ обмежується певним значенням KV_{\max} , тобто:

$$\begin{pmatrix} Z_1(E) \\ Z_2(E) \end{pmatrix} \rightarrow \max \quad (1)$$

при цьому

$$KV \leq KV_{\max} \quad (2).$$

Якщо на множині дослідних ділянок виконується умова

$$\begin{aligned} Z_1(E_i) &\leq Z_1(E_j); \\ Z_2(E_i) &\leq Z_2(E_j); \end{aligned} \quad (3),$$

$i \neq j, i=1,2,7$

то тоді всі ділянки порівняні між собою за Парето.

Згідно з визначеннями [9-10] дві ділянки E_1 та $E_2 \in \mathbf{A}(\Omega)$ називають непорівнянними, якщо серед множини (3) є хоча б одна строга протилежна нерівність. Виходячи з умови (1), надамо оцінку множині $E \in \mathbf{A}(\Omega)$ за допомогою вектору $Z(E)$. Задача відбору за правилом (3) і є задачею векторної оптимізації [9-10]. Користуючись визначеннями [9-10] множини $\varepsilon \in \mathbf{A}(\Omega)$ назвемо рішенням задачі векторної оптимізації (3), якщо будь-які дві ділянки E_1 та $E_2 \in \varepsilon$ є непорівнянними.

На непорівнянні варіанти накладемо обмеження типу:

$$\forall E \in \varepsilon \rightarrow E \in D(\Omega) \subseteq \mathbf{A}(\Omega) \quad (4)$$

де $D(\Omega) = KV_{\max}$ – набір допустимих множин з $\mathbf{A}(\Omega)$.

Обмеження, що накладено на дослідні варіанти, передбачає можливість встановлювати допустимі значення капітальних вкладень з урахуванням яких визначаються непорівнянні варіанти.

Співвідношення (4) будемо розглядати як ще одне правило відбору і тоді дана задача векторної оптимізації буде мати два критерії (правила відбору) – (3) та (4). У даному випадку задача векторної оптимізації є двокритеріальною.

Використання запропонованої моделі векторної оптимізації дозволяє відсіювати неефективні варіанти.

Аналіз результатів. У таблицю 2 зведено розроблені рекомендації щодо раціональної послідовності виконання ремонтно-колійних робіт на ділянках № 1–8, яка встановлена за методикою, що викладена вище.

Таблиця 2

Встановлення раціональної послідовності виконання ремонтно-колійних робіт

Розміри капітальних вкладень, млн. грн.	№ ділянок у раціональній послідовності	Економія коштів залізниці, млн. грн./рік	Недовикористаний грошовий ресурс, млн. грн.
1	5	0,037	0,100
2	5	0,037	1,100
4	6	0,718	0,514
8	4	1,842	2,771
16	4, 6, 1, 8, 5	3,074	1,944
30	4, 6, 3, 2, 7, 1, 8, 5	4,573	0,506

Оскільки капітальні вкладення на усунення всіх обмежень швидкості складають 29,494 млн. грн., то крок можливого фінансування приймався в діапазоні від 1 до 30 млн. грн.

Загальний економічний ефект залізниці при своєчасному виконанні ремонтно-колійних робіт на дослідних ділянках становить понад 4,5 млн грн, 70% якого досягається при капітальних вкладеннях у обсязі 55% від потрібних на ремонтування всіх ділянок.

Висновки. Отримані результати дають змогу вирішувати задачу розподілу коштів залізниці на ремонтно-колійні роботи, при якому досягається найбільший економічний ефект, а також планувати виконання ремонтів колії у раціональній послідовності, щоб забезпечити якомога менші втрати залізниці при введенні обмежень швидкості.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. ЦП-0113: від 10.08.2004, № 630-ЦЗ – К., 2004. – 32 с.
2. **Скутин А.И.** Определение времени хода поездов с учетом состояния пути / А.И. Скутин // Проектирование технического перевооружения железных дорог с учетом сохранения окружающей среды и применения элементов САПР: межвуз. сб. науч. тр. – Д.: ДИИТ, 1989. – С. 50–54.
3. **Юшаков Л.Ф.** К вопросу о влиянии ограничений скоростей на движение поездов / Л.Ф. Юшаков // Проектирование и усиление железных дорог Урала: межвуз. сб. науч. тр. – Свердловск, 1984. – С. 26–29.
4. **Ейтутіс Г.Д.** Оцінка ефективності заходів залізниць / Г.Д. Ейтутіс // Залізничний трансп. України. – 2006. – № 5. – С. 72-75.
5. **Гибшман А.Е.** Определение экономической эффективности капитальных вложений на железнодорожном транспорте. – М.: Трансжелдориздат, 1963. – 180 с.
6. **Курган Н.Б.** Выбор мероприятий, обеспечивающих повышение скорости при ограниченных капитальных вложениях / Н.Б. Курган // Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве: межвуз. сб. науч. тр. – Д.: Арт-Пресс, 1997. – Вып. 4. – С. 151-153
7. **Громова Т.И.** Окупаемость ремонтов пути / Т.И. Громова, В.О. Певзнер // Путь и путевое хозяйство. – 2000. – № 10. – С. 30-31.
8. **Чернишова О. С.** Підвищення ефективності заходів зі зменшення обмежень швидкості руху поїздів, зумовлених станом залізничної колії: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.06 / Чернишова Оксана Сергіївна. – Д., 2010. – 23 с.
9. **Бусленко Н.П.** Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
10. **Босов А.А.** Підвищення ефективності роботи транспортної системи на основі структурного аналізу: [монографія] / А.А. Босов, Н.А. Мухіна, Б.П. Піх. – Д., 2005. – 200 с.