

УДК 656.222.3:658.5

*Канд. техн. наук О.В. Лаврухін,
Т.Б. Демченко, В.С. Хансверов*

ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНУ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Озар

Вступ. Ефективна робота залізничної інфраструктури залежить від раціонального використання засобів транспорту та людських ресурсів. Це можливо в умовах впровадження інноваційних проектів та удосконалення існуючих технологій роботи залізниць.

Світові тенденції розвитку транспортного ринку свідчать про необхідність переорієнтації виробництва у бік поліпшення якості обслуговування клієнтів за умови збільшення прибутковості галузі, але, на жаль, на даний час спостерігаються дестабілізуючі процеси, які негативно відбиваються на

якості роботи Укрзалізниці. Зазначені процеси у своїй більшості обумовлюються недосконалою діючою системою оперативного планування та управління перевізним процесом. Тому, згідно з «Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту України», затвердженою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 р. № 651-р, постає задача формування моделей і методів інтелектуальної автоматизованої технології оперативного планування та управління поїздопотоками.

Аналіз статистичних даних та попереднього досвіду. Останні офіційно

опубліковані дані Укрзалізниці свідчать про погіршення виконання показників у порівнянні з попередніми роками. Так, простій вагона на одній технічній станції з 2005 року збільшився на 3,88 години, що становить майже 70 відсотків. Це свідчить про те, що існуюча технологія формування, просування та обробки поїздопотоків не відповідає існуючим вимогам реального часу. Як правило, погіршення цього показника свідчить про зменшення вагонопотоку, яке у свою чергу призводить до збільшення часу на формування поїздів різних категорій.

Постановка задачі дослідження.

Вирішення поставленої задачі потребує формалізації процесів, пов'язаних з визначенням основних параметрів оперативного плану поїзної роботи полігона залізничної станції, який буде основою комплексної технології оперативного планування на всіх рівнях Укрзалізниці.

За рахунок інтегрування сформованої моделі оперативного планування до автоматизованих робочих місць оперативних працівників всіх рівнів буде досягнуто глобальне удосконалення існуючої інформаційно-керуючої системи Укрзалізниці.

Таким чином, вирішення поставленої задачі формування моделі визначення оперативного плану роботи залізничної станції є своєчасним та актуальним.

У розвиток теорії та практики технології перевізного процесу, а саме удосконалення систем планування та управління поїздопотоків, зробили значний внесок такі вчені та практики: Акулінічев В.М., Архангельський Є.В., Бернгард К.А., Бобровський В.І., Бутько Т.В., Волков В.С., Воробйов Н.А., Грунтов П.С., Данько М.І., Дьяков Ю.В., Жуковицький І.В., Івницький В.А., Іловайський М.Д., Котенко А.М., Кулешов В.М., Ломотько Д.В., Міроненко В.К., Нагорний Є.В., Негрей В.Я., Угрюмов А.К., Скалозуб В.В., Смахов А.О., Сотніков Є.А., Тихоміров І.Г., Тихонов Г.Н.,

Тишкін Є.М., Шаров В.А., Шафіт Є.М., Яновський П.О. та ін.

Побудова математичної моделі. З метою формалізації процедури визначення оперативного плану залізничної станції було сформовано цільову функцію (1), яка є основою формування комплексу моделей, призначенням яких є визначення оптимального плану поїзної роботи полігона залізниці:

$$\Delta N = \sum_{i=1}^l \sum_{p=1}^k (N_{ip}^{nl} - N_{ip}^{euk}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{p=1}^k N_{ip}^{euk} \leq \sum_{p=1}^k N_{ip}^{nl} \\ x_1 \leq 24 - t_{\phi} \\ x_2 \leq 24 - \left(\sum_{j=1}^h t_j + \sum_{q=1}^w t_q \right) \\ \text{при } x_1 + x_2 \leq 24 \\ u_1 \geq m_m \\ u_2 \geq m_m \\ u_3 \geq 1 \end{array} \right. ,$$

де ΔN - параметр виконання плану; N_{ip}^{nl} - заплановане число поїздів, які будуть перероблюватися на станції (прибуття, відправлення, формування маршрутів); N_{ip}^{euk} - реальне виконання поїзної роботи станції; i - кількість станцій на дільниці, яка бере участь в оперативному плануванні; p - параметр оперативного плану поїзної роботи, який відповідає обсягу поїзної роботи (кількість відправлених, прибулих поїздів та сформованих маршрутів); x_1 - час до відправлення поїзда зі станції формування (за умови наявності на станції формування вагонів у кількості, необхідній для формування поїзда), год; x_2 - час слідування поїзда від станції формування

до станції розформування (з урахуванням перегінних часів ходу, часів на схрещення, обгони тощо); t_ϕ - час на формування певного поїзда, год; t_j - час слідування поїздів по перегонах ($j = 1, 2, \dots, h$ де h - кількість перегонів), год; t_q - час простою поїздів під схрещеннями, обгонами, через неприймання на станцію ($q = 1, 2, \dots, w$, де w - кількість розмежувальних пунктів, на яких відбувалася затримка поїзда), год; u_1 - наявна кількість вагонів на станції та на підходах до неї для формування відправницького маршруту, ваг; m_m - нормативна довжина маршруту на певному напрямку, ваг; u_2 - наявна вивантажувальна спроможність підприємства, на яке призначено маршрут, ваг; u_3 - кількість технічних станцій на шляху прямування маршруту.

На кожний елемент цільової функції (1) впливає ряд незв'язаних параметрів, згідно з цим задачу формування моделей оперативного планування поїзної роботи доцільно віднести до слабкоструктурованої і вирішувати на основі застосування методів нечіткої логіки.

Згідно з цільовою функцією (1), комплекс моделей щодо оптимального плану поїзної роботи полігона залізниць буде складатися з трьох взаємозалежних моделей.

Таким чином, згідно з поставленою задачею моделювання процесу визначення кількості поїздів, що підлягають прийманню станцією з кожного напрямку визначено трійку лінгвістичних змінних у вигляді [1]: $\langle x_1, T, H \rangle$, $\langle x_2, T, H \rangle$, $\langle x_3, T, H \rangle$. Безпосередньо переходячи до формалізації визначених лінгвістичних змінних, одержуємо:

$$\begin{cases} \langle x_1, T, H \rangle; \\ \langle x_2, T, H \rangle; \\ \langle x_3, T, H \rangle. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \{ \text{"Час до відправлення"}, \{ \text{"в межах доби"}, \text{"за межами доби"} \}, [0, 24] \}; \\ \{ \text{"Час слідування"}, \{ \text{"в межах доби"}, \text{"за межами доби"} \}, [0, 24] \}; \\ \{ \text{"Час до закінчення доби"}, \{ \text{"не встигне"}, \text{"встигне"} \}, [0, 24] \}. \end{cases} \quad (2)$$

де x_1 - лінгвістична змінна "Час до відправлення", яка характеризує час до відправлення поїзда зі станції формування (за умови наявності на станції формування вагонів у кількості необхідній для формування поїзда); x_2 - лінгвістична змінна "Час слідування", яка характеризує час слідування поїзда від станції формування до станції розформування; x_3 - лінгвістична змінна "Час до закінчення доби" - час, який залишився до закінчення планової доби.

В даному випадку побудову функцій приналежності більш доцільно здійснювати на основі нормального розподілу (розподіл Гаусса), який дозволяє описувати значну більшість природних процесів, притаманних життєдіяльності людини, при значній кількості досліджень:

$$\mu_{\alpha_1^{hdv}} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma}} e^{-\frac{[x_1 - \bar{x}_1]}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

де c - коефіцієнт зміщення; σ - коефіцієнт масштабу; \bar{x}_1 - математичне очікування часу відправлення поїзда.

З виразу (3) виходить, що розподіл Гаусса залежить від двох параметрів [2] - зміщення та масштабу, тобто з математичної точки зору є не одним розподілом, а цілим їх сімейством. Значення параметрів відповідають значенням середнього (математичного очікування) і розкиду (стандартного відхилення). На рисунку наведено графічну інтерпретацію визначених функцій приналежності.

задачі комплексу. Таким чином, на першому етапі, який передбачає врахування технологічних параметрів, було визначено,

що в умовах Південної залізниці економія складає 11216333,6 грн/р.

Список літератури

1. Мелехов, А.Н. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой [Текст] / А.Н. Мелехов, Л.С. Бернштейн, С.Я. Коровин. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.
2. Бутько, Т.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2004. – Спецвип.7 [1]. – С. 16-19.
3. Данько, М.І. Удосконалення процесу змінно-добового планування на основі застосування інтелектуальних методів [Текст] / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко, В.О. Романчук // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С. 7-11.

Ключові слова: оперативне планування, формування моделі, автоматизація процесу, нечітка логіка, залізнична станція, цільова функція, система обмежень.

Анотації

В даній статті приділено увагу формуванню моделі визначення оперативного плану роботи залізничної станції, яка дозволить отримати оптимальний варіант плану роботи лінійного підрозділу.

В данной статье была сформирована модель определения оперативного плана работы железнодорожных станций, которая позволяет определить оптимальный вариант плана работы линейного подразделения.

In this research work is given focus formation models determine the operational plan of the railway station which will allow get the best option plan of the linear unit.