

УДК 656.073.42

БАУЛІНА Г.С., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)

Формування оптимізаційної моделі роботи вантажного фронту

У роботі сформовано оптимізаційну модель функціонування вантажного фронту, що враховує його випадковий режим роботи. Запропонована модель дозволить визначити кількість подач вагонів на вантажно-розвантажувальний фронт, що сприятиме зменшенню непродуктивних простоїв вагонів та збільшенню переробної спроможності вантажного фронту.

Ключові слова: вантажна станція, вантажний фронт, кількість подач.

Вступ

Проблема управління роботою вантажних фронтів залишається в числі актуальних як з точки зору поліпшення якісних показників використання рухомого складу та переробної спроможності станцій, так і з позиції мінімізації матеріальних та фінансових ресурсів залізничного транспорту. Це потребує нових підходів та науково обґрунтованих рекомендацій щодо вибору оптимальної роботи вантажних фронтів з метою можливого скорочення експлуатаційних витрат.

Постановка проблеми

Оптимальна технологія функціонування вантажного фронту повинна забезпечувати найменші експлуатаційні витрати, високу продуктивність праці, прискорення переробки вантажів шляхом скорочення простою транспортних засобів під вантажними операціями та в їх очікуванні. Тому виникає необхідність у дослідженні роботи вантажного фронту, з метою виявлення резерву для скорочення простоїв вагонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження питань удосконалення технології роботи вантажних станцій та їх підсистем вантажних фронтів знайшли відображення в роботах видатних вчених: Т.В. Бутько, А.М. Котенка, Д.В. Ломотька, В.К. Міроненка, В.В. Повороженка, А.О. Полякова, А.А. Смехова та інших, які зробили значний вклад в покращення технології роботи залізничного транспорту.

У роботі [1] автором запропонована математична модель з урахуванням раціонального використання технічних засобів, що дає можливість покращити функціонування станції при виконанні вантажних операцій. Запропоновано критерій оцінки якості функціонування для визначення впливу вибору числа та потужності вантажних засобів на реалізацію ефективної технології роботи системи.

Сутність дослідження [2] полягає у розгляді питання обґрунтування інтервалів зараховування та норм часу знаходження вагонів на вантажних фронтах з урахуванням умов обслуговування під'їзних колій.

Формулювання мети (постановка завдання)

Метою роботи є розробка моделі функціонування вантажного фронту, що враховує його випадковий режим роботи.

Викладення основного матеріалу

Для формалізації технології роботи вантажного фронту вантажної станції доцільно представити цільову функцію як суму приведених витрат на виконання операцій з формування оптимальної кількості подач вагонів при виконанні відповідної системи обмежень. При цьому будемо вважати, що час роботи вантажного фронту та кількість вантажно-розвантажувальних механізмів є незмінними параметрами.

Витрати на подавання та прибирання вагонів

$$C_1 = C_{л-г} t_n K_n, \quad (1)$$

де $C_{л-г}$ – вартість локомотиво-години маневрової роботи, грн;

t_n – час на подавання та прибирання однієї подачі вагонів, год;

K_n – кількість подач вагонів на вантажний фронт.

Витрати, пов'язані з очікуванням вагонами подачі на вантажний фронт

$$C_2 = \frac{C_{в-г} N t_{оч}}{2K_n}, \quad (2)$$

де $C_{в-г}$ – вартість однієї години простою вагона, грн;

N – кількість вагонів, що надходить на вантажний фронт;

$t_{оч}$ – середній час очікування вагонами подачі на вантажний фронт, год.

Дослідженнями встановлено, що час очікування вагонами подачі на вантажний фронт є випадковою величиною [3; 4; 5]. На основі аналізу репрезентативної вибірки встановлено, що цей час підпорядковано розподілу Ерланга 2-го порядку зі щільністю

$$f(t_{оч}) = (2\mu)^2 t_{оч} \cdot e^{-2\mu t_{оч}}, \quad (3)$$

де μ – інтенсивність обслуговування.

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{оч}}, \quad (4)$$

де $\bar{t}_{оч}$ – математичне сподівання або центр розсіювання.

$$t_{оч} = (2\mu)^2 \int_0^{24} t_{оч}^2 \cdot e^{-2\mu t_{оч}} dt. \quad (5)$$

Витрати на навантаження-вивантаження вагонів та автомобілів

$$C_3 = C_{\epsilon-z} N^2 \left(\frac{P_{cm}}{ZQ_m K_n} + t_{nz} \right) + C_{a-z} A^2 \left(\frac{P_a}{ZQ_m K_n} + t_{nz}^a \right), \quad (6)$$

де P_{cm} , P_a – середнє статичне навантаження вагона та автомобіля відповідно, т;

Z – кількість одиниць вантажно-розвантажувальної техніки;

Q_m – технічна продуктивність однієї одиниці вантажно-розвантажувальної техніки, т/год;

t_{nz} , t_{nz}^a – час на підготовчо-завершальні операції, що виконуються вантажно-розвантажувальними механізмами у процесі навантаження або вивантаження вагонів та автомобілів відповідно, год;

C_{a-z} – вартість однієї години простою автомобіля, грн;

A – кількість автомобілів.

При випадковому режимі роботи вантажного фронту, коли надходження вагонів за часом та за кількістю нерівномірно, з'являються черги вагонів в очікуванні звільнення вантажного фронту, якщо він

буде зайнятий. Тому в сумарні приведені витрати необхідно враховувати витрати, пов'язані з вагоно-годинами очікування. Аналіз показує, що час очікування зменшується при скороченні тривалості вантажних операцій, збільшенні переробної спроможності вантажного фронту та кількості вантажно-розвантажувальних машин.

Отже, витрати, пов'язані з очікуванням вагонами та автомобілями початку виконання вантажних операцій

$$C_4 = \frac{C_{\epsilon-z} N^2 \lambda_6 P_{cm} (1 - \alpha_n)}{2Q_m (K_n ZQ_m - \lambda_6 (1 - \alpha_n))} + \frac{C_{a-z} A \lambda_6 t_a}{2(K_n ZQ_m - \lambda_6 (1 - \alpha_n))}, \quad (7)$$

де λ_6 – інтенсивність надходження вантажів на вантажний фронт, тонн за годину;

α_n – коефіцієнт перевантаження за прямим варіантом;

t_a – час обслуговування автомобілів, год.

Таким чином, цільова функція, яка складається з експлуатаційних витрат, віднесених до кількості подач вагонів, буде мати вигляд

$$C(K_n) = \sum_{i=1}^4 C_i(K_n) \rightarrow \min. \quad (8)$$

Остаточно модель для визначення кількості подач вагонів на вантажний фронт при регламентованих кількості вантажно-розвантажувальних механізмів та тривалості роботи вантажного фронту має такий вигляд:

$$C(K_n) = C_{n-z} t_n K_n + \frac{C_{\epsilon-z} N}{2K_n} (2\mu)^2 \int_0^{24} t_{оч}^2 \cdot e^{-2\mu t_{оч}} dt + C_{\epsilon-z} N^2 \left(\frac{P_{cm}}{ZQ_m K_n} + t_{nz} \right) + C_{a-z} A^2 \left(\frac{P_a}{ZQ_m K_n} + t_{nz}^a \right) + \frac{C_{\epsilon-z} N^2 \lambda_6 P_{cm} (1 - \alpha_n)}{2Q_m (K_n ZQ_m - \lambda_6 (1 - \alpha_n))} + \frac{C_{a-z} A \lambda_6 t_a}{2(K_n ZQ_m - \lambda_6 (1 - \alpha_n))}, \quad (9)$$

при виконанні системи обмежень

$$\begin{cases} K_n > 0 \\ \lambda \leq Q_\phi \\ V \leq V_x, \end{cases}$$

де λ – інтенсивність надходження вагонів на вантажний фронт, вагонів за годину;

Q_ϕ – переробна спроможність вантажного фронту т/год;

V – швидкість переміщення вагонів по коліях станції, км/год;

V_x – ходова швидкість відповідно до норм ПТЕ, км/год.

Отриманий в загальному вигляді вираз для визначення експлуатаційних витрат підтверджує характер їх залежності від кількості подач вагонів.

Запропонована модель дозволить визначити кількість подач вагонів на вантажний фронт, що дозволить зменшити непродуктивні простой вагонів на станції та збільшити переробну спроможність вантажного фронту, а маневровому диспетчеру надасть можливість раціонально організувати роботу з підбору, подавання, прибирання вагонів з вантажного фронту з мінімальними витратами вагоно- та локомотиво-годин.

Розроблену модель можна вважати достатньо універсальною за своєю структурою і використовувати її при надходженні вагонів на вантажний фронт станції для виконання вантажних операцій. При цьому будуть змінюватися тільки параметри моделі, що залежать від особливостей виконання маневрових і вантажних операцій та місцевих умов.

Сформовану модель роботи вантажного фронту в умовах вантажної станції доцільно інтегрувати як додаткову задачу до автоматизованих робочих місць маневрового диспетчера та прийомздавальника.

Висновки

Таким чином, формалізовано технологію роботи вантажного фронту у вигляді оптимізаційної моделі математичного програмування, що дозволить визначити кількість подач вагонів на вантажно-розвантажувальний фронт. Це сприятиме зменшенню непродуктивних простоїв вагонів та збільшенню переробної спроможності вантажного фронту.

Література

- 1 Продащук, С.М. Удосконалення технології вантажної роботи станції [Текст] / С.М. Продащук, О.О. Новіков // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. – С. 78 – 86.
- 2 Алексеев, А.В. Обоснование интервалов зачисления и норм времени нахождения вагонов на грузовых фронтах с учетом условий обслуживания подъездных путей [Текст] / А.В. Алексеев // Зб. наук. праць КУЕТТ. - 2002. - Том 6. - С. 66 - 69.
- 3 Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Изд-во “Наука”, 1973. – 366 с.
- 4 Сигорский, В.П. Математический аппарат инженера [Текст] / В.П. Сигорский. – К.: Техника, 1975. – 766 с.
- 5 Шабалин, Н.Н. Эксплуатационные расчеты с применением теории вероятностей [Текст] / Н.Н. Шабалин, Е.А. Сотников. – М.: Транспорт, 1970. – 239 с.

Баулина А.С. Формирование оптимизационной модели работы грузового фронта. В работе сформирована оптимизационная модель функционирования грузового фронта, которая учитывает его случайный режим работы. Предложенная модель позволит определить количество подач вагонов на погрузочно-разгрузочный фронт, что способствует уменьшению непродуктивных простоев вагонов и увеличению перерабатывающей способности грузового фронта.

Ключевые слова: грузовая станция, грузовой фронт, количество подач.

Baulina G. The formation of an optimization model of the cargo front operation. An optimization model of the cargo front operation, which takes into account for its random mode of operation has been formed in this work. The proposed model will determine the number of car supplies for loading and unloading front, that favours the reduction of unproductive detentions of cars and the increase of the estimated capacity of the cargo front.

Key words: freight station, cargo front, the number of suppliers.

Рецензент д.т.н., професор Бутько Т.В. (УкрДАЗТ)

Поступила 14.10.2013г