

УДК 629.4

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ РОЗВЕЗЕННЯ МІСЦЕВИХ ВАГОНІВ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ

Білецький Ю.В., Герчак М.О., Найш Н.М.

### IMPROVING SYSTEM OF DISTRIBUTION LOCAL RAILWAY JUNCTION IN CARS

Beletsky Y., Gerchak M., Naish N.

*Проведено аналіз перспективних напрямків удосконалення технології розвезення місцевих вагонів у залізничному вузлі. Виконано огляд наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених, що займаються тематикою вдосконалення та ефективного нормування передавального руху, оптимізації взаємодії та підвищення ефективності функціонування залізничних станцій у вузлах. В роботі поставлено завдання оптимізації розвозу місцевих вагонів у розвиненому залізничному вузлі. Складена залежність для визначення сумарного часу знаходження місцевого вагону у вузлі. Удосконалено математичну модель, алгоритм якої, незалежно від складності, конфігурації, кореспонденції та інших місцевих умов розвинених вузлів, дозволяє визначити оптимальне місце концентрації технічної роботи з місцевими вагонами відповідно до обраних параметрів та критеріїв оцінки.*

**Ключові слова:** удосконалення, система, місцевий вагон, вузол, залізнична станція, модель.

**Вступ. Постановка проблеми.** Великі залізничні вузли, що є найбільш складними технічними та технологічними системами залізничного транспорту, своєю роботою суттєво впливають на такий важливий показник, як оборот вантажного вагона. Структурний аналіз даного показника показує, що більше 80 % загального часу обігу вагон простоє на вантажних та технічних станціях, які, зазвичай, є складовими розвинених залізничних вузлів. Більша частина таких простоїв викликана тим, що вагони простоюють в очікуванні виконання технологічних операцій [1].

Дана ситуація свідчить про існування резерву у підвищенні якості роботи залізниць, який можна використувати через прискорення переробки (зокрема технічної) місцевих вагонів в залізничних вузлах.

Враховуючи вищенаведене, можна стверджувати, що на сучасному етапі розвитку й функціонуванні галузі потрібен перегляд технологій обробки місцевих вагонів у великих залізничних вузлах, тому метою дослідження є удосконалення технології

розвозу місцевих вагонів у розвинених (великих) залізничних вузлах. Методика дослідження представляє собою математичну модель, алгоритм якої, незалежно від складності, конфігурації, кореспонденції та інших місцевих умов розвинених вузлів, дозволяє визначити оптимальне місце концентрації технічної роботи з місцевими вагонами відповідно до обраних параметрів та критеріїв оцінки. Реалізацію моделі виконано за критерієм мінімізації відстані та критерієм мінімізації часу.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Значний вклад у розробку теоретичних положень вдосконалення та ефективного нормування передавального руху, оптимізації взаємодії та підвищення ефективності функціонування станцій у вузлах внесли наступні науковці: В.М. Образцов, В.М. Акуліничев, В.І. Апатцев, Є.В. Архангельський, К.О. Бернгард, А.В. Бикадинов, О.Ф. Бородин, Т.В. Бутько, І.Р. Вебер, П.С. Грунтов, Г.І. Загарій, С.В. Земблін, М.Д. Гловайський, В.Є. Козлов, А.М. Котенко, Ф.П. Кочнев, Є.В. Нагорний, В.І. Некрашевич, В.Я. Негрей, А.М. Макароцькін, В.К. Мироненко, М.В. Правдін, І.Є. Савченко, І.Б. Сотніков, К.Ю. Скалов, І.Г. Тіхоміров, Є.М. Тішкін, Ю.П. Тютюнов, А.К. Угрюмов, В.А. Шаров, В.О. Шиш, П.О. Яновський та інші [1].

**Мета.** Метою дослідження є удосконалення технології розвозу місцевих вагонів у великих (розвинених) залізничних вузлах.

**Результати досліджень.** Задача оптимізації розвозу місцевих вагонів у розвиненому залізничному вузлі зводиться до оптимізації на графі маршрутів (відстаней) [2]:

$$P = (W, A),$$

та часу слідування:

$$T = (W, O),$$

де  $W = \{w_u\}$  – множина вершин графу  $P$  та  $T$ , що відповідають станціям вузла;

$A = \{a_y\}$  – множина ребер  $P$ -графу, що відповідають довжині ділянки між станціями вузла;

$Y$  – загальна кількість ребер на графі,  $y \in Y$ ;

$O = \{o_y\}$  – множина ребер графу  $T$ , що відповідають тривалості слідування по відповідних ділянках.

Групи місцевих вагонів, що пересуваються у вузлі, представлено як:

$$V = \{v_{i,j,x}\},$$

де  $i$  – вершина графу, що відповідає станції призначення (відправлення) місцевого вагона,  $i \in I, I = U$ .

$j$  – вершина графу, що відповідає станції у вузлі, через яку прямує відповідний місцевий вагон для проходження технічних операцій (відсортування, підбирання по групах та інше).

За критерієм мінімізації відстані задача оптимізації розвозу місцевих вагонів зводиться до визначення таких варіантів слідування та переробки, за якими середня відстань (загальний середній пробіг місцевого вагона), буде мінімальним. Умовно весь шлях слідування вагона до станції призначення можна представити як:

$$P(v_{i,j,x}) = P(Bx_x, j) + P^{BH}(j, i),$$

$P(Bx_x, j)$  – шлях прямування вагона від (до) вхідної станції вузла із  $X$  напрямку до станції виконання технічних операцій, км;

$P^{BH}(j, i)$  – шлях прямування вагона від (до) станції виконання технічних операцій, до  $i$  – станції навантаження (вивантаження), км. Дане значення  $P^{BH}(j, i)$  не залежить від напрямку прибуття (відправлення) вагона до (із) вузла.

Варіант слідування місцевого вагона з напрямку “К” до станції “Х” формально представляється як:

$$\begin{aligned} P(v_{8,1,K}) &= P(Bx_K, 1) + P^{BH}(1, 8) = \underbrace{P(5, 3) + P(3, 2) + P(2, 1)}_{P(Bx_K, 1)} \\ &+ \underbrace{P(1, 9) + P(9, 8)}_{P^{BH}(1, 8)} \\ P(v_{3,6,K}) &= P(Bx_K, 6) + P^{BH}(6, 3) = \underbrace{P(5, 6)}_{P(Bx_K, 6)} + \underbrace{P(6, 3)}_{P^{BH}(6, 3)}. \end{aligned}$$

Аналогічно для критерію мінімізації часу. Задача оптимізації розвозу місцевих вагонів у розвинених залізничних вузлах зводиться до визначення таких варіантів слідування та переробки, за якими середній час знаходження місцевого вагона у вузлі буде мінімальним.

Час слідування вагона до станції призначення представляється як:

$$T(v_{i,j,x}) = T(Bx_x, j) + t_j^{tex} + T^{BH}(j, i),$$

де  $T(Bx_x, j)$  – час прямування вагона від (до) вхідної станції вузла із  $x$  напрямку до станції виконання технічних операцій, год.;

$t_j^{tex}$  – час знаходження місцевого вагона на  $i$  – станції під технічними операціями, год.;

$T^{BH}(j, i)$  – час прямування вагона від (до) станції виконання технічних операцій, до  $i$  – станції навантаження (вивантаження), год. Значення не залежить від напрямку прибуття (відправлення) вагона до (із) вузла.

Загальна кількість варіантів маршрутів слідування місцевих вагонів у вузлі за прибуттям або за відправленням буде дорівнювати:

$$K = X(I-1)(J-1).$$

Враховуючи те, що  $I = J = U$ :  $K = X(U-1)^2$ .

Середня довжина маршруту слідування місцевого вагона за прибуттям буде дорівнювати:

$$P^n = \sum_{k=1}^K P_k(v_{i,j,x})^n \cdot F_k^n, \quad i=1, 2, \dots, I; \quad j=1, 2, \dots, J; \quad x=1, 2, \dots, X,$$

де  $F_k^n$  – ймовірність слідування місцевого вагона за маршрутом  $P_k(v_{i,j,x})^n$  у вузлі (за прибуттям),  $k \in K$ .

Представимо  $F_k^n$  як добуток ймовірностей:

$$F_k^n = R_{i,x}^n \cdot Q_{j,x}^n \cdot Z_x^n,$$

де  $R_{i,x}^n$  – ймовірність слідування місцевого вагона з напрямку  $x$  на  $i$  – у станцію для вивантаження (навантаження);

$Q_{j,x}^n$  – ймовірність проходження місцевого вагона, що прибув з напрямку  $x$ , технічної переробки на  $j$ -й станції;

$Z_x^n$  – ймовірність прибуття місцевого вагона з напрямку  $x$ .

Загальний середній пробіг місцевого вагона у вузлі:

$$P = P^n + P^B.$$

Сумарний час знаходження місцевого вагона у вузлі буде дорівнювати:

$$T = T^n + T^B + t_{ван}^M.$$

Цільові функції матимуть вигляд:

$$P = f \left( \begin{matrix} P(Bx_x, j)^n, P^{BH}(j, i)^n, R_i^n, Q_j^n, Z_x^n \\ P(Bx_x, j)^B, P^{BH}(j, i)^B, R_i^B, Q_j^B, Z_x^B \end{matrix} \right) \rightarrow \min,$$

$$T = f \left( \begin{matrix} T(Bx_x, j)^n, T^{BH}(j, i)^n, R_i^n, Q_j^n, Z_x^n, t_{ван}^M \\ t_i^{tex}, T(Bx_x, j)^B, T^{BH}(j, i)^B, R_i^B, Q_j^B, Z_x^B \end{matrix} \right) \rightarrow \min$$

Реалізація моделей виконується при наступних обмеженнях та умовах: Об'єми даних математичних моделей представляють тримірні масиви. Сама задача відноситься до задач лінійного програмування [3].

**Висновки.** Аналіз обігу місцевого вагонопотоку показав, що більшу частину часу вагон простоє на вантажних та технічних станціях. Враховуючи вищесказане, можна стверджувати, що на сучасному етапі розвитку й функціонуванні галузі необхідне дослідження технологій обробки місцевих вагонів у великих залізничних вузлах. В ході досліджень було удосконалено математичну модель, алгоритм якої, незалежно від складності, конфігурації, кореспонденції та інших місцевих умов розвинених вузлів, дозволяє визначити оптимальне місце концентрації технічної роботи з місцевими вагонами відповідно до вибраних параметрів та критеріїв оцінки. Реалізацію моделі виконано за критерієм мінімізації відстані та критерієм мінімізації часу. Отримані результати вказують на наявність значного резерву у покращенні експлуатаційної роботи залізничного вузла. За даними показників виконаної роботи 2013 року, впровадження запропонованих змін концентрації технічної переробки місцевого вагонопотоку дозволять скоротити середній пробіг місцевого вагона у вузлі на 51%.

#### Література

1. Атласов В.Г., Абрамов А.А. Совершенствование технологии развоза местного груза в узлах. / В.Г. Атласов, А.А. Абрамов // Железнодорожный транспорт. – 1996. – №10. – С. 25-29.
2. Новые принципы взаимодействия узлов и направлений железных дорог. // Технология перевозки грузов в условиях рыночной экономики: Сб. науч. тр. / Под ред. В.А.Шарова. – М.: Транспорт, 1993. – 112 с.
3. Вовк А.А. Направления совершенствования показателей использования грузовых вагонов на железной дороге (отделении) / Вовк А.А. // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 5. – С. 49 – 53.

#### References

1. Atlasov V., Abramov A. Improving technology hydrating local load at the nodes. / Atlasov V., Abramov A // Rail. - 1996. - №10. - p. 25-29.
2. New principles of interaction between nodes and lines of railways. // Technology transportation of goods in a market economy: Sat. scientific. tr. / Ed. V. Sharova. - M.: Transport, 1993. - 112 p.

3. Vovk A. Directions improving utilization rates of freight cars on the railroad (office) / Vovk A // Rail transport of Ukraine. - 2008. - № 5. - p. 49 - 53.

**Белецкий Ю.В., Герчак М. О., Найш Н.М. Усовершенствование системы развоза местных вагонов в железнодорожном узле.**

*Проведен анализ перспективных направлений усовершенствования технологии развоза местных вагонов в железнодорожном узле. Выполнен обзор научных трудов отечественных и зарубежных ученых, которые занимаются тематикой совершенствования и эффективного нормирования передаточного движения, оптимизации взаимодействия и повышения эффективности функционирования железнодорожных станций в узлах. В работе поставлено задание оптимизации развоза местных вагонов в развитом железнодорожном узле. Составленная зависимость для определения суммарного времени нахождения местного вагона в узле. Усовершенствована математическая модель, алгоритм которой, независимо от сложности, конфигурации, корреспонденции и других местных условий развитых узлов, позволяет определить оптимальное место концентрации технической работы с местными вагонами в соответствии с избранными параметрами и критериями оценки.*

**Ключевые слова:** усовершенствование, система, местный вагон, узел, железнодорожная станция, модель.

**Beletsky Y., Gerchak M., Naish N. Improving system of distribution local railway junction in cars.**

*The analysis promising areas of improvement technologies deliver a local carriages railway junction. A survey scientific works domestic and foreign scientists involved subjects Streamlining and standardization of gear movement, optimizing interaction and improve the efficiency railway stations in knots. In this paper, the task optimization local commercial cars in developed railway junction. Compiled dependence to determine the total time spent in the local car site. Improved mathematical model, an algorithm which, regardless of complexity, configuration, correspondence and other local conditions developed nodes to determine optimum concentration technical work with local cars according to selected parameters and benchmarks. Analysis local circulation vagonopotoku showed that most time the car is idle for trucks and industrial plants. Given the above, it can be argued that the current development industry and research necessary technologies of local coaches in major junctions.*

**Keywords:** improvement, system, local car, junction railway station, model.

**Білецький Ю.В** – ст. викл. кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

**Герчак М.О.** – магістрант кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

**Найш Н.М.** – ст. викл. кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

Рецензент: д.т.н., проф. Соколов В.І.