

Запропоновано заходи з удосконалення місцевої роботи залізничного вузла на основі моделі його роботи в термінах математичного апарату теорії розкладів з метою інтелектуалізації розробки оперативного плану використання місцевих вагонів та передавальних локомотивів

Ключові слова: залізничний вузол, місцева робота, теорія розкладів

Предложены меры по усовершенствованию местной работы железнодорожного узла на основе модели его работы в терминах математического аппарата теории расписаний с целью интеллектуализации разработки оперативного плана использования местных вагонов и передаточных локомотивов

Ключевые слова: железнодорожный узел, местная работа, теория расписаний

In the article are offered the measures for improvement of local work of railway junction on the basis of his work model in terms of mathematical means of time-tables theory with the purpose of development of intellectual operative plan of the use of carriages and local locomotives

Keywords: railway junction, local work, time-tables theory

УДК 656.212

УДОСКОНАЛЕННЯ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ РОЗКЛАДІВ

П. В. Долгополов

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (057) 732-16-72,

095-090-37-47

E-mail: pit2013@mail.ru

О. О. Бовкун*

Контактний тел.: 066-956-87-67

E-mail: olenenok_8888@mail.ru

*Кафедра управління експлуатаційною

роботою

Українська державна академія залізничного

транспорту

пл. Фесрбаха, 7, м. Харків, 61050

1. Постановка проблеми удосконалення роботи залізничних вузлів

На сучасному етапі розвитку залізничного транспорту часто спостерігаються такі явища, як недотримання графіків руху поїздів, збільшення простоїв рухомого складу внаслідок його нерационального використання, неякісне обслуговування вантажовласників через недотримання часу та кількості поданих вагонів.

Причинами цього є коливання обсягів вантажоперевезень, застарілі технології експлуатаційної та вантажної роботи, недосконала система планування обсягів навантаження і розвантаження та аналізу виконання цих планів [1,2].

Для удосконалення технології місцевої роботи та зменшення витрат необхідно вирішити питання оптимальної кількості місцевих поїздів у вузлі та скорочення термінів простоїв вагонів на технічних станціях, для чого доцільно застосовувати сучасні математичні апарати, наприклад, теорію розкладів. Таким чином, дослідження, проведені у даній роботі є актуальними.

2. Формулювання мети та задач дослідження

Метою даної статті є оптимізація місцевої роботи залізничного вузла шляхом інтелектуалізації розробки оперативного плану використання місцевих вагонів та передавальних локомотивів. Реалізація цього потребує вирішення таких задач:

- аналізу існуючої технології роботи залізничних вузлів та інформаційного забезпечення вузла з дослідженням вхідних структур місцевого вагонопотоку;

- розробки моделі роботи передавальних локомотивів у залізничному вузлі в термінах математичного апарату теорії розкладів;

- побудови на основі моделі відповідної інформаційно-керуючої системи та інтеграції її в комплексну систему автоматизованих робочих місць оперативного персоналу технологічних комплексів, пов'язаних з місцевою роботою.

3. Побудова моделі місцевої роботи залізничного вузла

На даний час основною технологією місцевої роботи у вузлі є обертання передавальних локомотивів по оперативному диспетчерському плану. При цьому вузловий диспетчер на основі попередніх повідомлень сортувальних та вантажних станцій про час готовності составів до відправлення розробляє план роботи кожного передавального локомотива на найближчі дві-три години. За необхідності вивезення зі станцій додаткових составів внаслідок добової нерівномірності навантаження-розвантаження призначаються додаткові диспетчерські та вивізні локомотиви.

Як правило, маневрова робота на сортувальних та основних вантажних станціях вузла здійснюється локомотивами, які приписані до даних станцій. За таких умов можливі непродуктивні простої рухомого складу. Для маневрової роботи та передавального руху використовуються переважно локомотиви однієї й тієї

ж серії ЧМЭ-3. Отже, якщо розглядати вузол, як єдину синергетичне систему, то доцільно запропонувати таку технологію роботи, при якій передавальні та маневрові локомотиви будуть взаємозамінними. Тоді вільні від роботи в деякий період часу маневрові локомотиви можуть використовуватися для вивезення готових составів на вантажні станції. В той же час, передавальні локомотиви, можуть здійснювати маневрову роботу у періоди її згущення.

Для удосконалення існуючої технології слід розробити інформаційно-керуючу систему, що дозволяла б поїзному диспетчеру (ДНЦ) отримувати оптимальний план використання рухомого складу у вузлі [3].

Згідно теорії розкладів, представимо переміщення передавальних поїздів між станціями вузла у якості $n_{осн}$ основних робіт. В розпорядженні поїзного диспетчера залізничного вузла знаходяться n передавальних локомотивів, що виступають як m машин [4]. Таким чином, необхідно розробити оперативний план, що забезпечить раціональну підв'язку даних локомотивів до відповідних робіт з складами.

Дана задача є динамічною, тобто роботи надходять у систему в невизначені заздалегідь моменти часу.

Система машин є системою з випадковим порядком виконання робіт машинами, де будь-яка робота може виконуватися будь-якою машиною, тобто всі машини є ідентичними.

Кожна з $n_{осн}$ робіт складається з g_i операцій, основні з яких такі:

- 1) закінчення формування состава;
- 2) причеплення локомотива;
- 3) опробування автогальм;
- 4) очікування дозвільного показання на вихідному світлофорі;
- 5) слідування від станції відправлення до станції призначення состава;
- 6) відпускання автогальм та відчеплення локомотива;
- 7) розвезення місцевого вантажу на станції.

Додатковими роботами $n_{дод}$ для кожної машини будуть:

- 8) екіпірування;
- 9) зміна локомотивних бригад.

Прямуювання локомотива резервом доцільно представити, як настройку машини, що необхідна для переходу від роботи n_i до роботи n_{i+1} [4]. Тоді час ходу між станціями вузла буде дорівнювати тривалості настройок. Їх можна задати у вигляді статичної матриці

$$C = [C_{ij}] \tag{1}$$

де C_{ij} – час ходу від станції i до станції j .

Нехай

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, \text{якщо необхідна настройка при переході} \\ \text{від роботи } i \text{ до роботи } j; \\ 0, \text{в протилежному випадку.} \end{cases} \tag{2}$$

Тоді маємо динамічну матрицю

$$W = [w_{ij}], \tag{3}$$

елементи якої змінюються з часом в залежності від перебування локомотивів на певних станціях вузла при виконанні робіт.

Кожна операція має три індекси:

- i – номер роботи, що містить цю операцію;
- j – номер операції всередині роботи, $j=1, \dots, g_i$;
- k – номер машини, яка виконує операцію.

Обмеження на час і порядок виконання операцій машинами такі:

- кожна машина виконує одночасно не більше однієї операції;
- операції виконуються у вказаній послідовності;
- ніякі дві операції, що відносяться до однієї роботи, не виконуються одночасно.

Введемо наступні змінні:

t_{ik} – тривалість виконання роботи i машиною k ;

t_{ij} – тривалість виконання операції j роботи i .

Введемо також «нульову» роботу ($i=0$), яка означає початковий простій машини. Тоді тривалості проходження робіт у системі дорівнюють

$$F_1 = w_{[0][1]} \cdot C_{ij} + t_{[1]}; \tag{4}$$

$$F_{[2]} = F_{[1]} + w_{[1][2]} \cdot C_{ij} + t_{[2]}; \tag{5}$$

$$F_{[i]} = F_{[i-1]} + w_{[i-1][i]} \cdot C_{ij} + t_{[i]}. \tag{6}$$

Отже, сумарна тривалість проходження всіх робіт $F_{[n]}$ становить

$$F_{[n]} = \sum_{i=1}^n w_{[i-1][i]} \cdot C_{ij} + \sum_{i=1}^n t_{[i]}. \tag{7}$$

Таким чином, потрібно розробити такий графік руху передавальних поїздів, при якому загальна тривалість прямування локомотивів резервом між станціями вузла була б мінімальною. Розроблена інформаційно-керуюча система має визначати доцільність використання того чи іншого локомотива для переміщення конкретного передавального поїзда в залежності від станції формування та призначення состава і розміщення локомотива в даний момент часу [2,3].

Для зменшення вагоно-годин простоїв рухомого складу в очікуванні локомотива необхідно забезпечити умову:

$$\sum_{i=1}^n w_{[i-1][i]} \cdot C_{ij} \rightarrow \min. \tag{8}$$

Досліджено, що, як правило, після прибуття передавального поїзда на станцію розвезення вагонів по вантажним фронтам здійснюється маневровим локомотивом, закріпленим за даною станцією, якщо такий є. В цьому випадку операції однієї роботи виконуються різними машинами.

При цьому передавальний локомотив може одразу після відчеплення состава починати роботу з іншим составом безпосередньо, вивозячи його з даної станції чи прямуючи резервом до іншої станції, де очікує сформований поїзд.

У випадку, коли на вантажній станції немає закріпленого локомотива, то маневрова робота здійснюється локомотивом, з яким прибув поїзд. Тоді, якщо за-

кінчення формування також проводилося тим самим локомотивом, то можна вважати, що всі операції $j=1, \dots, g_i$ однієї роботи p_i виконуються однією машиною k . Однак в цьому випадку можливими стають переривання роботи p_i , оскільки між операціями відчеплення локомотива та виконання маневрових робіт має місце технічний огляд (ТО) состава, тривалість якого визначається як

$$t = \frac{\tau \cdot b}{K_{гр}}, \text{ хв,} \tag{9}$$

де τ – норма часу на один вагон, $\tau = 0,8 \dots 1,0$ хв;

b – кількість вагонів у составі;

$K_{гр}$ – кількість груп в бригаді, що проводить ТО.

Протягом цього інтервалу часу локомотив може простоювати або, по узгодженню з ДНЦ, виконувати маневрову роботу на станції, в залежності від тривалості ТО состава. Схематично це показано на рис. 1.

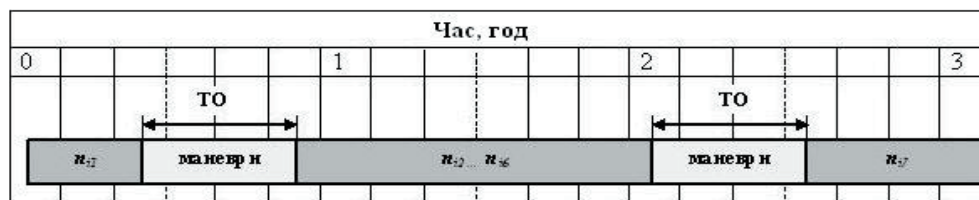


Рис. 1. Приклад обробки состава передавальним локомотивом

З рис. 1 видно, що локомотив спочатку виконує закінчення формування i -го состава (операція n_{i1}). Далі, під час проведення ТО, локомотив виконує певну маневрову роботу. Після цього локомотив причеплюється і слідує з поїздом на станцію призначення (операції $n_{i2} \dots n_{i6}$). Протягом ТО по прибуттю поїзда локомотив за необхідності знову може бути зайнятий маневровою роботою. По закінченню ТО, вагони подаються на вантажні фронти (операція n_{i7}).

Згідно даних про місцезнаходження локомотивів у даний момент часу та готовність поїздів до відправлення, ДНЦ вирішує, яким саме локомотивом доцільно перевозити даний состав. Відповідно до ситуації, локомотив, що доставив поїзд на вантажну станцію, за необхідності можна відразу відправити на іншу станцію, де його вже очікує готовий состав [1]. Розвезення

вагонів по вантажним фронтам в цей час буде виконуватися іншим локомотивом, що закінчує обробку состава, що попередньо прибув на станцію. Приклад взаємодії передавальних локомотивів у вузлі між собою зображений на рис. 2.

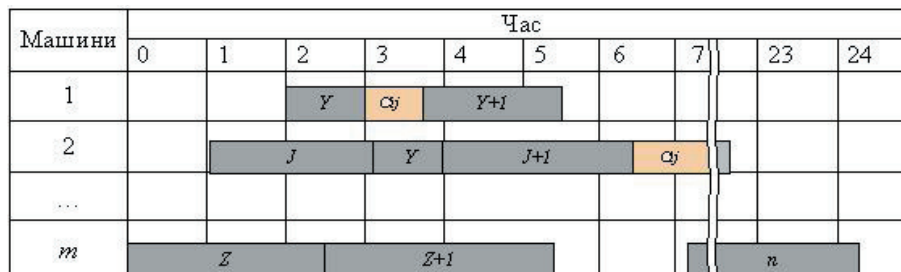


Рис. 2. Приклад взаємодії передавальних локомотивів у вузлі

На рис. 2 локомотив 1, що виступає як машина 1, виконує роботу з составом Y . Після прибуття на станцію призначення і він залишає состав і відправляється на станцію j для виконання роботи $Y+1$. Час ходу між станціями відповідає тривалості настройки C_{ij} . Далі роботу з составом продовжує локомотив 2, що до цього виконував маневри на станції. Після виконання робіт на даній станції локомотив 2 відправляється на іншу станцію, де очікує сформований состав. Як видно з рис. 2, існує доцільність взаємозамінності локомотивів у маневровій роботі та передавальній русі у межах залізничного вузла.

4. Висновки

Впровадження запропонованої математичної моделі при подальших наукових дослідженнях дозволить при інтеграції її до Автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) визначати оптимальний варіант використання передавальних локомотивів та місцевих вагонів у крупних залізничних вузлах. Це скоротить між операційні простой рухомого складу та підвищить ефективність та конкурентоспроможність залізничного транспорту.

Література

- 1 Кудрявцев, В.А. Управление движением на железнодорожном транспорте [Текст] : учеб. Пособие / В.А. Кудрявцев – М.: Маршрут, 2003. – 200с.
- 2 Долгополов, П.В. Оптимізація роботи залізничних вузлів на основі планування резерву порожніх вагонів [Текст] / П.В. Долгополов, І.М. Дробот, О.Ю. Рогозін // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – № 112. – С. 108–112.
- 3 Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями [Текст] : навч. посіб. / О.В. Лаврухін, П.В. Долгополов, В.В. Петрушов, О.М. Ходаківський. – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. – 118с.
- 4 Конвей, Р. В. Теория расписаний [Текст] / Р. В. Конвей, В. Л. Максвелл, Л. В. Миллер. – М.: «Наука», 1975. – 360с.