

Результаты решения задачи (2) приведены на рис.2. Величины оптимальных значений $G_{кс\text{опт}}$ и m составляют соответственно $G_{кс\text{опт}} = 1300$ кг/с и $m = 95$.

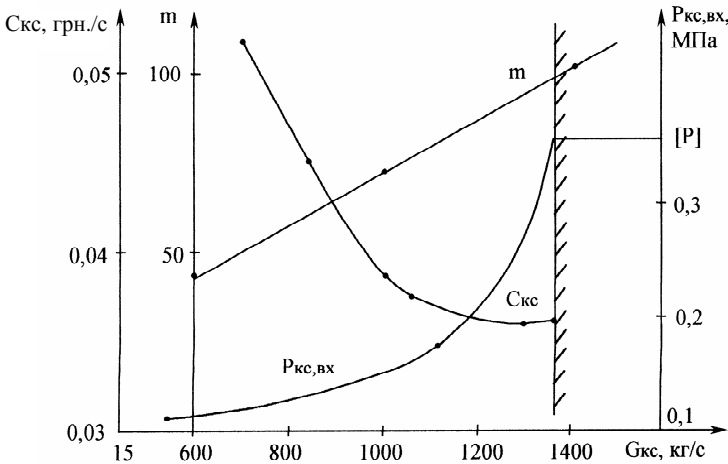


Рис.2 – Зависимость $C_{кс}$, грн./с и m от $G_{кс}$, кг/с

1.Щегляев А.В. Паровые турбины. – М.: Энергия, 1976. – 357 с.

Получено 10.12.2002

УДК 656.22

Т.В.БУТЬКО, д-р техн. наук, О.А.МАЛАХОВА

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

НОВІ ПІДХОДИ ДО ПЛАНУВАННЯ ПОЇЗДОУТВОРЕННЯ НА СТАНЦІЯХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВУЗЛІВ

Розглядається новий підхід до організації передаточного руху в залізничних вузлах на основі впровадження варіантних технологій обслуговування споживачів з урахуванням структури вагонопотоку та значущості клієнта.

В умовах реформування економіки України залізничному транспорту належить вирішувати складні проблеми адаптації до роботи в ринкових умовах і забезпечення зростаючих вимог до якості та ефективності транспортних послуг.

Перехід народного господарства до ринкових відносин вимагає інтенсивного пошуку ефективних технологій процесу перевезення та методів їх реалізації, спрямованого як на покращення економічних

показників, так і підвищення якості перевезень, привабливості та престижності залізниць.

Здійснення початкових і кінцевих операцій транспортного процесу є головними виробничими завданнями, що виконуються на залізничних станціях і у вузлах. Згідно з [1] потрібне удосконалення існуючих і створення нових гнучких технологій роботи сортувальних станцій та станцій вузла і прилеглих дільниць, орієнтованих на споживача.

Для раціоналізації використання вагонів, скорочення їх обігу, покращення якісних та кількісних показників роботи станцій необхідно планування поїздоутворення на сортувальних станціях проводити з урахуванням усіх експлуатаційних подій, що відбуваються на залізничному вузлі та прилеглих дільницях.

Таким чином, метою цього дослідження є удосконалення процесів поїздоутворення на базі створення варіантних технологій обслуговування станцій вузла, інтегрованих в інформаційну систему автоматизованих робочих місць оперативного та інженерно-технічного персоналу станцій, скорочення експлуатаційних витрат станцій вузла.

Залізничний вузол у графічному вигляді (рис.1) являє собою неспрямований граф, вершини якого – станції, а ребра – перегінні колії. Кожна станція має свій робочий парк вагонів, який можна визначити за допомогою множини m з підмножинами U , C та R (це відповідно сукупності універсальних і спеціальних вагонів, цистерн та ізотермічного рухомого складу).

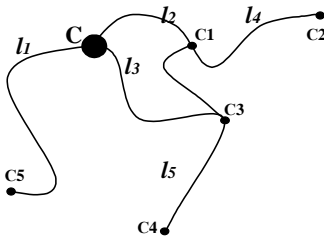


Рис.1 – Структура залізничного вузла

Робочий парк вагонів:
 $m = \{ \{U\} \{C\} \{R\} \}$,
 де $U = \{U:U \text{ універсальні й спеціальні вагони} \}$;
 $C = \{C:C \text{ цистерни} \}$;
 $R = \{R:R \text{ ізотермічний рухомий склад} \}$.

У ринкових умовах потрібен диференційований підхід до кожного вантажовідправника і вантажоодержувача. Для підтримки конкурентоспроможності залізниць, заохочування нових клієнтів необхідне впровадження селективної технології з урахуванням обсягів роботи та значущості клієнтів. Структура вагонного парку, що прибуває на сортувальну станцію, являє собою ациклічний граф (рис.2).

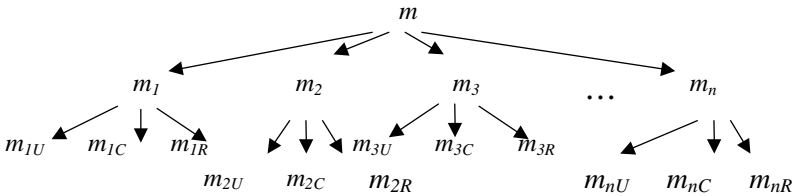


Рис.2 – Розподіл вагонів за структурними групами

Дуже складною стає проблема планування роботи у залізничному вузлі за відсутності достовірної інформації. Достовірність планування оцінювали за допомогою ентропії як міри визначеності інформації [2]:

$$H = - \sum_{j=1}^n P(A_j) \log_a P(A_j). \quad (1)$$

Як з'ясувалося, в годину найбільшого навантаження значення ентропії близьке до 0,9, а в найменш напружену годину – більше ніж 0,3. Це свідчить про необхідність розширення періоду планування для отримання достовірної інформації про підхід поїздів до сортувальної станції.

Імовірність прибуття окремого типу вагонів на адресу окремої станції оцінювали за допомогою умовної імовірності з використанням формули Байєса [3]:

$$P(H_i | A) = \frac{P(A|H_i) \cdot P(H_i)}{P(A|H_1) \cdot P(H_1) + \dots + P(A|H_n) \cdot P(H_n)}. \quad (2)$$

Тут подія „*A*” – надходження вагонів на сортувальну станцію; гіпотеза „*H_i*” – надходження вагонів на адресу *i*-ї станції вузла.

Аналіз структури вагонопотоку сортувальної станції показав, що дискретні величини (кількість вагонів за категоріями, кількість вагонів, що відправляються із залізничної станції) описуються гіпергеометричним законом розподілу з показниками $P_U=0,91$, $P_C=0,07$, $P_R=0,02$; безперервні величини: вага поїзда – законом Ерланга 2-го порядку, час знаходження вагонів на вантажних станціях – законом Пуассона, час знаходження вагонів на сортувальних станціях – законом Ерланга 3-го порядку.

Оскільки одним з основних завдань реструктуризації залишається мінімізація витрат підприємств, то при побудові моделі функціонування станцій залізничного вузла врахований саме цей фактор. Запропоновано розглядати витрати, пов'язані з організацією вагонопотоків

у вузлі, як цільову функцію, що, в свою чергу, є функціоналом. Розрахунки цільової функції повинні вестися при відповідних обмеженнях: за кількістю вагонів, локомотивів, місткістю фронту, ваги поїзда, за умову рентабельності перевезень та сумарної імовірності:

$$E(z_1, z_2, z_3, z_4) \rightarrow \min E. \quad (3)$$

Обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{кількість вагонів } m_g > 0; \\ \text{кількість локомотивів } m_l \geq 1; \\ \text{місткість фронту } l\phi p \geq mc; \\ \text{вага поїзда } Q_n \leq Q_{\max}; \\ \text{рентабельність } E \geq E_{\text{онл}}; \\ P_C + P_U + P_R = 1. \end{array} \right.$$

z_1 – витрати, пов'язані з простоем вагонів на вантажних і сортувальних станціях

$$z_1 = (e_U \cdot P_U + e_C \cdot P_C + e_R \cdot P_R) m_c \cdot k_{\text{нер}} (t_{\text{ван}} + t_{\text{сорт}}), \quad (4)$$

де e_U, e_C, e_R – плата за користування відповідно універсальними й спеціальними вагонами, цистернами та ізотермічним рухомим складом, грн.; P_U, P_C, P_R – імовірності надходження на станцію відповідно універсальних і спеціальних вагонів, цистерн та ізотермічного рухомого складу; m_c – загальна кількість вагонів; $k_{\text{нер}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності; $t_{\text{ван}}, t_{\text{сорт}}$ – час знаходження вагонів на сортувальних і вантажних станціях, год.;

z_2 – витрати на маневрові переміщення

$$z_2 = G(Q_n) \cdot e_{\text{нал}} \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

де $G(Q_n)$ – залежність витрат палива від ваги поїзда; $e_{\text{нал}}$ – вартість однієї тонни палива, грн.;

z_3 – витрати на поїзну роботу

$$z_3 = Q_n \cdot L \cdot k \cdot 10^{-4}, \quad (6)$$

де Q_n – вага поїзда, т; L – довжина дільниці переміщення, км; k – коефіцієнт питомих витрат;

z_4 – витрати на інформаційне забезпечення

$$z_4 = V_i \cdot e_{\text{мб}}. \quad (7)$$

де V_i – обсяг інформації, Мб; $e_{Мб}$ – вартість передачі 1 Мб інформації.

Проаналізувавши фактори, що впливають на експлуатаційну роботу, визначили серед них основні, що мають найбільше значення: витрати на простій вагонів на сортувальних і вантажних станціях, витрати на маневрову роботу, поїзні переміщення та інформаційне забезпечення. Окремі елементи цільової функції, в свою чергу, також є функціоналами.

Аргументи цільової функції, а також обмеження мають імовірний характер, тобто враховують стохастичність процесів, пов'язаних з прибуттям, обробкою та відправленням вагонопотоків. Тому модель функціонування залізничних станцій вузла відноситься до найскладніших задач математики – стохастичного програмування.

На підставі моделювання було досліджено поведінку цільової функції, що являє собою поверхню у тривимірному просторі. Вигляд поверхні дає змогу побачити, що існує явно виражений екстремум – мінімум функції.

Отримані результати розрахунку цільової функції дозволяють говорити про створення варіантних технологій поїздоутворення у залізничному вузлі з урахуванням як структури та розміру вагонопотоку, так і типу та значущості клієнтів. Залежно від значення, яке приймає цільова функція, та додаткових даних на підставі методу матричних ігор обирається стратегія обслуговування клієнтів.

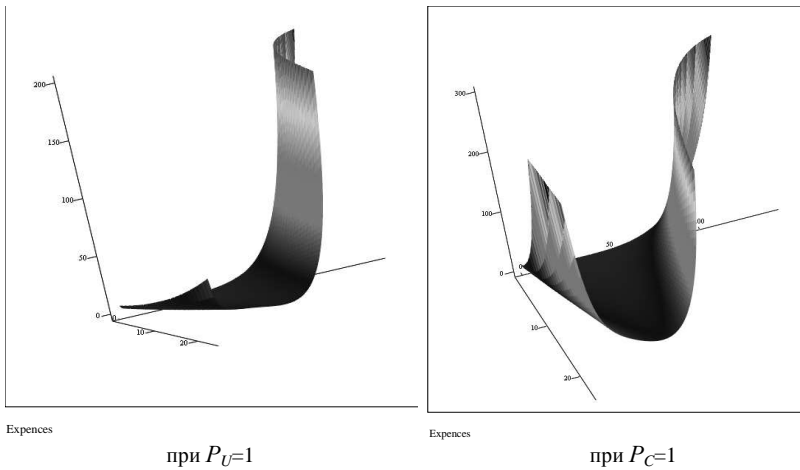


Рис.3 – Дослідження цільової функції

Сучасний рівень інформатизації залізничного транспорту не забезпечує його ефективної роботи в ринкових умовах, тому треба вживати заходи щодо впровадження нових комплексів задач, інтегрованих в інформаційні середовища, створення автоматизованих робочих місць. Цей комплекс задач може бути втілений в АРМ маневрового диспетчера.

1 Концепція та програма реструктуризації на залізничному транспорті України. – К.: Міністерство транспорту, 1998.

2 Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций / Под ред. Свешникова А.А. – М.: Наука, 1970.

3 Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1968.

Отримано 15.01.2003

УДК 625.2.002 : 625.2.004.67

О.Б.БАБАНІН, д-р техн. наук, І.Є.БАТЮШИН

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНАХ РУХОМОГО СКЛАДУ, ЩО МАЮТЬ ПОШКОДЖЕННЯ

Розглядаються питання оцінки пошкодження електричних машин рухомого складу залізниць, запропонована методика визначення виходу кольорових металів при розробці їх на металобрухт.

Обладнання рухомого складу залізниць при неможливості усунення дефектів виключається з інвентарю і розробляється на металобрухт [1]. При цьому виникають значні труднощі з визначенням кількості виходу кольорових і чорних металів. Кожне підприємство, що розробляє списані вузли на металобрухт, створює свої методики, складає підсумкові матеріали, які неповною мірою оцінюють кількісні характеристики, а інколи і суперечать один одному. Таке становище виникає у разі невизначення характеру пошкодження вузла і, як результат, недостатньої його оцінки, що прямо впливає на кількість виходу металобрухту. Особливо це стосується електричних машин тягового рухомого складу [2].

В УкрДАЗТ розроблена спеціальна методика, що розкриває вид пошкодження та його наслідки, а також за запропонованими залежностями дозволяє розраховувати кількісні втрати кольорових і чорних металів.

При розбандажуванні якоря електричної машини постійного струму порушений бандаж зминається і, оскільки відстань між якорем та полюсними осерддями дуже мала, він починає руйнувати якірні ко-