

Рисунок 3. Графіки залежності ймовірності безотказної роботи двуканальної одноверсійної (P1) і двуверсійної (P) МС від часу, отримані за допомогою імітаційного моделювання при умові експоненціального розподілу потоку отказів АС і рівномірного розподілу потоків отказів ПО в часі при $\lambda_1=10^{-3}$ 1/ч.

соответствии с выбранным показателем надежности анализ работоспособности системы с учетом аппаратной и программной компоненты при заданном множестве параметров системы и при различных законах распределения потоков отказов как АС, так и ПО.

При разработке требований к вновь создаваемой МС по её безотказности в заданном интервале времени, а также ограничений по сложности и оперативности АС, по полученным результатам имитационного моделирования можно производить выбор структуры УУ ЦСК, применение которой будет обеспечивать

наибольшее значение показателя её надежности в требуемых пределах различных параметров.

Литература

1. Avizienis A. Fault-tolerance: the survival attribute of digital systems // IEEE Transactions of Computers. – 1978. – V. 66. – N 10. – P. 1109 – 1026.
2. Пискачева и.в., харченко в.с., гридин в.и. имитационная модель надежности управляющих вычислительных систем ракетных комплексов с учетом различных периодов эксплуатации // збірник наукових праць. – х.: хву, 2002. – вип. 4 (42) – с. 92 – 95.
3. Артеменко Е.А., Пискачева М.А, Пискачева И.В. Метод повышения надежности цифровых автоматических телефонных станций с применением дублирования аппаратных средств и многоверсионности программного обеспечения // 36. наук. праць. – Харків: ОНДІ, 2007. – Вип. 1 (6) – С. 186–191.
4. Пискачова М.О., Пискачова І.В. Основні принципи забезпечення надійності та безпеки програмного забезпечення критичних мікропроцесорних систем // Проблеми інформатики та моделювання. Матеріали 6 міжнародної науково-технічної конференції. – Х.: НТУ "ХПІ", 2006.– С. 44–45.

УДК 656.223.001.76

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ОСНОВІ РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ПІДВ'ЯЗКИ ПОЇЗНИХ ЛОКОМОТИВІВ

Г.М. Сіконенко

Кандидат технічних наук, доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою», заступник декана факультету «Управління процесами перевезень»* Контактний тел.: (057) 730-10-26

К.О. Кобушко

Магістр ф-ту «Управління процесами перевезень» Контактний тел.: 8-097-736-89-13

*Українська державна академія залізничного транспорту пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

Розглянуто питання підвищення ефективності використання поїзних локомотивів за рахунок раціоналізації їх підв'язки. Розроблена і наведена у статті модель може бути використана для системи підтримки прийняття рішень для оперативно-керуючого апарату залізниць.

Важливою умовою підвищення економічності перевезень являється ефективне оперативне управління локомотивним парком у вантажному русі. Однією з найважливіших задач є раціональне призначення локомотивів для транспортування складів поїздів, які за-

роджуються на полігоні управління. Мета такого призначення – забезпечення своєчасності та економічності перевезень при виконанні технологічних обмежень [1]. Згідно існуючої технології задача призначення локомотивів вирішується диспетчерським апаратом

дирекцій при тісній взаємодії поїзних та локомотивних диспетчерів. Аналіз роботи диспетчерських змін показує, що ключовою ланкою при цьому є поточне планування, яке виконують поїзні диспетчери для своїх дільниць. У рамках такого планування постійно оцінюються та порівнюються розподіли локомотивів під состави, готовність яких до транспортування прогнозується в найближчий період [2].

На станціях полігону управління (наприклад, диспетчерської дільниці) в моменти часу τ_{ni} прогнозується зародження поїздів P_i , кожний з яких характеризується набором параметрів $\{X_i\}$, важливих з точки зору їх транспортування (зокрема, масою, розміщенням станції відправлення, маршрутом перевезення, терміновістю доставки вантажу тощо).

Для транспортування цих поїздів можуть бути використані локомотиви L_j , кожний з яких у межах даної задачі характеризується вектором параметрів $\{Y_j\}$ (тип тягової характеристики, станція поточної дислокації, допустимий час роботи та пробіг до виконання операцій по технічному обслуговуванню тощо). Залежно від поточного стану локомотива і його дислокації можна прогнозувати час його готовності для транспортування i -го составу τ_{nij} . Граф композицій відносин множин локомотивів та поїздів наведено на рисунку 1.

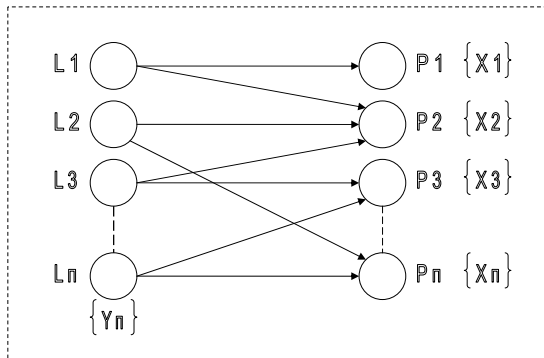


Рисунок 1. Граф композицій відносин.

Кожний з варіантів призначення j -го локомотиву для транспортування i -го составу поїзда може бути охарактеризований набором відповідних затрат S_{ij} і набором технологічних обмежень g_{ij} . Витрати включають вартість енергоресурсів для транспортування, оплату роботи локомотивної бригади, втрати від простою вагонів при можливому очікуванні локомотива готовим составом тощо.

Спрощене рішення може передбачати послідовне призначення локомотивів по мірі готовності составів. Але, вирішення задачі в комплексі, коли розглядаються усі можливі варіанти призначень m для використання на даному полігоні локомотивів для транспортування n , готовність яких прогнозується на період планування T_p , очевидно дозволяє підвищити ефективність управління. Саме такий підхід використовується в практиці оперативного управління локомотивним парком.

На теперішній час рішення описаної задачі поточного планування призначення локомотивів не є автоматизованим. На практиці це означає, що при формуванні плану диспетчер опирається лише на свої суб'єктивні оцінки ситуації. При цьому економічність варіантів практично не враховується.

Разом з тим, повна автоматизація задачі є надскладною оскільки необхідно формалізувати всі фактори оперативної обстановки, які враховує диспетчер при прийнятті рішення [3].

За цих умов задачі інформаційної системи – надати ефективну допомогу людині–управлінцю, яка збирає більшу частину необхідних для рішення даних, а також допомогти їй в кількісній оцінці порівнюючих варіантів управління і формування оптимального плану.

Побудова оптимального графіка обороту локомотивів може бути зведена до рішення задачі лінійного програмування, у якій мінімізується цільова функція витрат.

$$W = \sum_i^N \sum_j^N c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = 1, j = \overline{1, N} \quad (2)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}; \quad i, j = \overline{1, N} \quad (3)$$

$$t_{oj} > t_{ni} + t_{ij}^{tex} \quad (4)$$

$$S_{фк} < S_n, k = \overline{1, R}, \quad (5)$$

графік обороту – єдиний.

де c_{ij} – вартість чи ваговий коефіцієнт, що відповідає за перечеплення локомотиву від поїзда i -ої нитки графіку на j -ую (елемент матриці вартості);

x_{ij} – ознака перечеплення локомотива з поїзда i -ої нитки графіку на j -ую;

t_{ij}^{tex} – мінімальний (з урахуванням технічного обслуговування) технологічний час, необхідний для перечеплення локомотива від i -ої до j -ої нитки, год.;

$S_k^ф, S_n$ – відповідно фактичне і нормативне значення міжремонтних пробігів локомотива k – го маршруту проходження до постановки на поточне обслуговування або технічний ремонт у депо, км;

R – загальне число маршрутів проходження локомотивів між заходами в локомотивне депо приписки для виконання операцій, що пов'язані з поточним обслуговуванням та технічним ремонтом.

Згідно з умовою (2) на j -ую нитку надійде тільки один локомотив після обслуговування будь-якої з N ниток. Тут нитка – це розклад проходження локомотива в межах дільниці звертання від причеплення локомотива (зародження поїзда) до його відчеплення (погашення поїздопотока чи прибуття в пункт обороту). Умова (3) встановлює, що локомотиву, що обслуговує нитку з номером i , необхідно перечепитись з одного поїзда на інший для подальшої роботи на одну з N ниток. В умові (3) величина $x_{ij}=0$, якщо після обслуговування поїзда за ниткою з номером i локомотив не перечіпляється на j -у, а $x_{ij}=1$, якщо відбувається перечеплення локомотива з поїзда i -ої нитки на j -у.

Установлено наступна етапність рішення задачі:

- виявлення й усунення на станції непарності в прибутті і відправленні поїздів;
- розрахунок числа локомотивів при мінімальному припустимому часі їх перебування на станціях;
- мінімізація потреби в локомотивах за рахунок коригування вихідної інформації;

- обмеження по станціях числа переходів з поїзда на поїзд;
- проектування графіків обороту локомотивів;
- формування таблиць переходу з одного на інший варіант графіка обороту локомотивів.

Проектування графіку оборту локомотиву та вибір раціонального варіанта здійснюється на основі критерію мінімізації вартості W . З метою реалізації запропонованої моделі доцільно використовувати теорію графів. Набір вихідних даних представляється у виді орієнтованого зв'язного графа G_d , у якого в якості множини вершин виступає множина поїздів на розрахункових дільницях звороту локомотивів, а ребер – множина переходів локомотивів з поїзда на поїзд по станціях перечеплення. Для формування гнучкого графіку руху поїздів (ГРП) використано відношення толерантності, де відношення між множинами визначаються коефіцієнтом ступені толерантності:

$$K_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(t_i^{rot} \cdot P_i - t_{ni}^{rp})^2}}{n} \leq t_{доп} \quad (6)$$

де t_i^{rot} – час готовності поїзду до відправлення, год;
 t_{ni}^{rp} – час нитки графіку, год.;
 n – кількість поїздів, що відправляються за добу;
 $t_{доп}$ – припустимий час відхилення, год.;
 $P_i = \{P_i; P_i - \text{поїзди, що відправляються зі станції}\}$.

Так як будується єдиний графік обороту локомотивів з метою їх рівномірного використання в умовах добової нерівномірності розмірів руху, то рішення задачі зведене до пошуку гамільтонова циклу в графі G_d . Таким чином необхідно визначити множини переходів з мінімальною вартістю W щодо умови: усі вершини включені в ланцюг, причому кожна вершина в точності по одному разу

При розробці ГРП пасажирські поїзди мають більш високий пріоритет. Тому для раціоналізації варіантів прокладення вантажних поїздів враховувати графіки обороту пасажирських поїздів. Вони поділяються на варіанти з огляду на періодичність звертання: для поїздів, що курсують з понеділка до п'ятниці; у суботу; у неділю і святкові дні. Для стикування трьох варіантів графіка обороту локомотивів у тижневому циклі ПЕОМ формується шість таблиць переходу (що дорівнює кількості можливих перестановок 2 елементів з 3) з одного на інший варіант роботи локомотивного парку.

Проектування графіків обороту локомотивів на основі розробленої моделі дозволяє обрати варіант з мінімумом вартості W . Рішення моделі відправлення поїздів запропоновано проводити за допомогою методів дискретної математики. Результат декартового добутку множин G – ниток графіку руху, P – поїздів і L – локомотивів та локомотивних бригад дає можливість прийняти рішення щодо відправлення поїздів зі станції за жорсткою ниткою при звичайному графіку руху, за диспетчерським розкладом, або відправлення поїздів оптимальної ваги (довжини). Граф композиції відносин та матриці інцидентності і композиції відносин є підставою для створення баз даних, а відповідно і автоматизації процесів управління. Запропоновані заходи дозволяють не тільки спростити процес прийняття рішень а й підвищити їх оперативність та гнучкість, зменшити непродуктивні простой рухомого складу.

Список літератури

1. Потетюева М.П. «Удосконалення методів планування витрат на перевезення» // Економіст, 2007. – №6. – С. 74 – 76.
2. Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Шульженко П.А. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог. – М.:Транспорт,1993. – 208 с.
3. Жуковичкий И.В., Устинко А.Б., Зиненко О.А. «Метод интерактивной динамической оптимизации распределения локомотивов для работы в поездах на основе оценки рисков» // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – №4. – С 86–91.