

УДК: 629.41

УСТЕНКО О.В., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ).

Моделювання раціонального плану розміщення тепловозів 2ТЕ116 по базам ремонту для Південної залізниці

Постановка проблеми

На даний час структура залізничного транспорту України зазнає трансформації, проводиться реструктуризація структурних підрозділів, що в свою чергу вимагає визначення та розподілу основних напрямків роботи підрозділів служби локомотивного господарства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Мережа локомотивних депо представляє собою підсистему системи залізничного транспорту України, у функції якої входить забезпечення локомотивного парку залізниць своєчасним і якісним ремонтом та ТО. Залізнична транспортна система функціонує у конкурентному середовищі за законами ринкової економіки, в якому останнім часом спостерігається тенденція посилення конкурентної боротьби на фоні стрімкого зростання цін на енергоносії і матеріальні ресурси. Тому одною із важливіших задач функціонування цієї підсистеми є забезпечення її економічної ефективності. На економічну ефективність роботи підсистеми ремонтних і експлуатаційних депо впливають багато негативних чинників: постійне зростання ступеня зносу локомотивного парку, недостатність поповнення парку новими локомотивами, падіння обсягів вантажних перевезень, що обумовлене світовою економічною кризою, нестабільність і зростання цін на матеріальні ресурси. Всі ці чинники є об'єктивними зовнішніми факторами, тому єдиний шлях для підвищення ефектив-

ності функціонування підсистеми ремонту локомотивів є реорганізація її внутрішньої структури, відмова від застарілих технологій роботи і перехід підсистеми управління на логістичні принципи управління з наданням властивостей гнучкості системі ТО та ПР.

Постановка задач

Основною задачею такого управління є оптимізація розподілу роботи між депо, які входять у мережу депо залізниці з метою мінімізації сумарних витрат, що пов'язані з ремонтом та експлуатацією локомотивного парку залізниці.

Основними чинниками, які впливають на витрати на забезпечення надійної роботи локомотивів під час виконання вантажних перевезень шляхом виконання деповського ремонту є: собівартість ремонту, збитки залізниці від невикористання локомотивів в експлуатації, збитки від непланових ремонтів, витрати на переміщення локомотивів до місць ремонту. Тому в сучасних умовах актуальною проблемою є формування гнучкої системи управління ТО та ПР на основі формування віртуальних підприємств. Для формалізації такої системи необхідно сформулювати та поставити оптимізаційну задачу вибору варіанту плану розподілу роботи між локомотивними депо.

Цільова функція оптимізаційної моделі в загальному вигляді у такій постановці матиме наступний вигляд:

$$E = C_{np} + C_{nr} + C_n + C_{ин} \rightarrow \min ,$$

де C_{np} - загальні витрати на виконання планових ремонтів на всіх локомотивах залізниці протягом планового періоду;

C_{np} - вартість непланових ремонтів на всіх локомотивах залізниці протягом планового періоду;

C_n - недоотримання прибутків внаслідок того, що локомотиви вибувають із експлуатованого парку на час ремонту;

C_{nt} - загальні витрати, пов'язані з не виробничим пробігом локомотивів під час прямування до ремонтних депо.

Мінімізація цільової функції повинна проводитись шляхом перерозподілу роботи по ремонту локомотивів між ремонтними депо. Тому вектор змінних моделі повинен відображати інформацію про закріплення депо за кожним локомотивом залізниці для виконання наступного чергового планового ремонту. Нехай вектор

X є вектором змінних моделі управління системою ТО та ПР. Кількість компонентів вектора повинна дорівнювати k , де k - кількість локомотивів, приписаних до всіх депо залізниці. Нехай вектор d містить інформацію про депо приписки локомотивів. Вектор d також містить k компонентів, що характеризують депо приписки. Номер елемента вектора d відповідає номеру локомотива, а значення елемента вектора вказує на номер основного депо локомотива. Кожен номер елемента вектора X також відповідає номеру локомотива, а значення елемента вектора вказує на номер депо, в якому буде виконуватись черговий плановий ремонт цього локомотива.

У відповідності з [7] цільова функція прийме наступний вигляд:

$$C(X) = \sum_{i=1}^k C_{X_i}^p + \sum_{i=1}^k C_{X_i}^{np} \cdot (1 - \psi_{X_i}) + \sum_{i=1}^k R_{X_i} \cdot C_{d_i} \cdot \frac{W_{d_i}^p \cdot t_{X_i}^p}{24} \cdot \left(1 + \frac{\frac{\rho_{X_i}^{n_{X_i}} \cdot n_{X_i}^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{\rho_{X_i}}{n_{X_i}} \right)^{n_{X_i}+1} \right)}{n_{X_i}! \cdot (n_{X_i} - \rho_{X_i})} \cdot \left(1 - \left(\frac{\rho_{X_i}}{n_{X_i}} \right)^{n_{X_i}+1} \right)}{\left(n_{X_i} + 1 \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^{n_{X_i}-1} \frac{\rho_{X_i}^i}{i!} + \frac{\rho_{X_i}^{n_{X_i}} \cdot n_{X_i}}{n_{X_i}! \cdot (n_{X_i} - \rho_{X_i})} \right) \cdot (n_{X_i} - \rho_{X_i}) \cdot \left(1 - \left(\frac{\rho_{X_i}}{n_{X_i}} \right)^{n_{X_i}} \right)} \right) + C^e \cdot \sum_{i=1}^k \frac{I(d_i, X_i)}{v^x} \rightarrow \min$$

при наступних обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^k (t^{np} \cdot (1 - |\operatorname{sgn}(j - X_i)|)) \leq n_j \cdot s_j \cdot t_j^{zm} \cdot t^{pob}, & j=1,2,\dots,m \\ v^x \leq v^{ITE} \end{cases}$$

де m - кількість ремонтних депо на полігоні залізниці;

t^{np} - нормативна тривалість ремонту;

n_j - кількість ремонтних стійл в j -му депо;

s_j - кількість робочих змін в j -му депо;

t_j^{zm} - тривалість робочих змін в j -му депо;

t^{pob} - кількість робочих днів протягом планового періоду.

До основних вимог при виборі математичного апарату і методу реалізації даної моделі слід віднести:

низьку чутливість до розмірності задачі,

легкість переводу математичної моделі із класичної форми до стандартної форми методу вирішення задачі,

орієнтованість методу на використання ЕОМ.

Цим вимогам відповідають методи вирішення складних задач функціональної оптимізації які відносяться до розділу еволюційних обчислень, який є напрямком штучного інтелекту, і зокрема генетичні алгоритми.

Особливістю генетичних алгоритмів також є представлення вектора змінних моделі у вигляді хромосоми. Окремі змінні представляють у вигляді генів хромосоми. Генетичні алгоритми відносяться до методів евристичного пошуку, під час якого вони відтворюють механізми які схожі за базовими принципами з механізмами біологічної еволюції.

Важливим елементом при вирішенні задач за допомогою математичного апарату генетичних алгоритмів є створення фітнес функції. Генетичний алгоритм одночасно оперує не одним набором змінних, який представляє можливий варіант рішення, а великою кількістю таких наборів, яку називають популяцією. Фітнес-функція, яку також називають функцією пристосованості, є цільовою функцією особливого виду, генерує інформацію, яка використовується генетичним алгоритмом у ході виконання операцій масштабування, схрещування, мутації і відбору для оцінки життєздатності особин нового покоління. Ідеальна фітнес-функція повинна бути зкорельована з принципами роботи і цілями обраного типу генетичного алгоритму наскільки це можливо. Такий підхід забезпечує сходимость алгоритму у межах прийнятного для практичного застосування інтервалу часу. У фітнес функцію також може включатись і система обмежень математичної моделі. При вирішенні даної задачі система обмежень також була включена до фітнес-функції, дотримання обмежень було забезпечене системою штрафних балів фітнес-функції.

На рис наведено одне з вікон інтерфейсу візуалізації роботи генетичного алгоритму, на якому відображено залежність кращого і середнього значень фітнес-функції від кількості поколінь. Дана залежність демонструє швидку сходимость алгоритму при вирішенні задачі оптимізації плану роботи системи депо на залізничному полігоні.

Для реалізації моделі було створено програмне забезпечення з використанням математично-орієнтованої мови програмування Matlab, яка де-факто є стандартом в галузі математичних комп'ютерних обчислень.

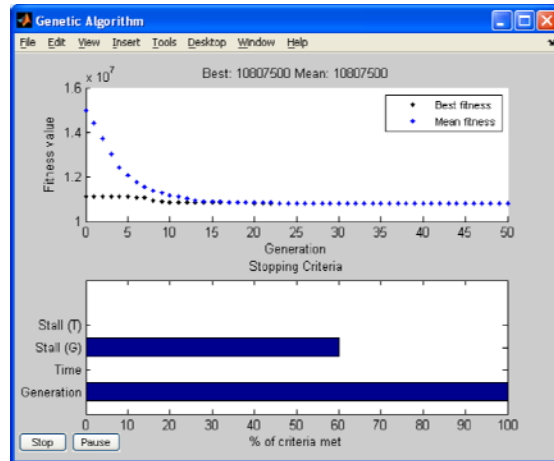


Рисунок 1. - Вікно інтерфейсу візуалізації роботи генетичного алгоритму.

Зазначена оптимізаційна модель має універсальний характер і може бути використана на полігоні локомотивних депо Укрзалізниці. Фрагмент розрахунку оптимального варіанту плану розподілу виконання ПР в межах Південної залізниці наведено на рисунку 2.

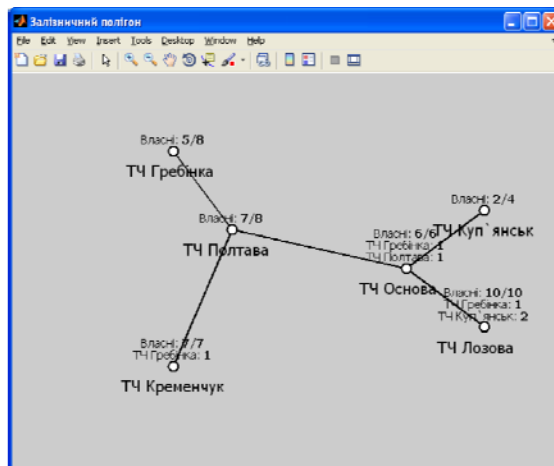


Рисунок 2. - Вікно інтерфейсу програми з результатами розрахунку оптимального варіанту плану розподілу виконання ПР в межах Південної залізниці

Висновки

Розроблена математична модель та програмне забезпечення, яке дозволяє визначити оптимальний план ремонту локомотивів, що обслуговують вантажні перевезення на залізничному полігоні.

До основних вимог при виборі математичного апарату і методу реалізації даної моделі слід віднести: низьку чутливість до розмірності задачі, легкість перекладу математичної моделі із класичної форми до стандартної форми методу вирішення задачі, орієнтованість методу на використання ЕОМ.

Зроблено розрахунки по визначенню раціонального плану розподілу виконання ПР в межах Південної залізниці.

Література.

1. Лашко А.Д. Реформування залізничного транспорту як один з кроків на шляху України до світового співтовариства. / Зб. праць конф. –К.: КУЕТТ, 2007. – Ч.1. –С.49-51.
2. Айзинбуд С.Я. Эксплуатация локомотивов. / С.Я. Айзинбуд, П.И. Кельперис. – М. : Транспорт, 1990. - 261 с.
3. Хасин Л. Ф. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством / Л.Ф. Хасин, В.Н. Матвеев ; под ред. Л.Ф. Хасина. – М. : Маршрут, 2002. – 452 с.
4. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб. Для вузов ж.-д. трансп. / Под общ. ред. Н.П. Терешинной, Б.М. Лapidуса, М.Ф. Трихункова. – М.: УМК МПС России, 2001. – 600 с.
5. Устенко О.В. Удосконалення системи технічної експлуатації рухомого складу залізниць України в період їх реформування / О.В. Устенко // Вісник Східноукраїнського національного універси-

тету імені Володимира Даля / Науковий журнал. – Луганськ, вид. СХУ, 2010. №5 (147). -Частина 2. –С.46-50.

6. Устенко О.В. Модель визначення середнього часу простою локомотива в очікуванні ремонту в депо / О.В. Устенко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / Науковий журнал. – Луганськ, вид. СХУ, 2011. №5 (153). -Частина 2. –С.46-50.

7. Устенко О.В. Модель визначення раціонального плану розміщення локомотивів по базах ремонту [Текст] / О.В. Устенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. -2011. - №4(89). –С.24-27.

Анотації:

Автором статті розроблено програмне забезпечення для визначення оптимального плану розміщення локомотивів по базах ремонту на основі генетичних алгоритмів. Моделювано та запропоновано раціональний план розміщення тепловозів 2ТЕ116 по базах ремонту.

Ключові слова: ремонт локомотивів, база ремонту, математична модель, технічне обслуговування, поточний ремонт.

Автором статті розроблено програмне забезпечення для визначення оптимального плану розміщення локомотивів по базах ремонту на основі генетичних алгоритмів. Моделювано і запропоновано раціональний план розміщення тепловозів 2ТЭ116 по базах ремонту.

Ключевые слова: ремонт локомотивов, база ремонту, математическая модель, техническое обслуживание, текущий ремонт.

The author of the article developed the software to determine the optimal deployment plan on the bases of repair of locomotives based on genetic algorithm. Modeled and suggested a rational layout of locomotive repair 2TE116 the bases.

Keywords: repair of locomotives, repair base, a mathematical model, maintenance and repair.
