

ДИНАМІЧНА МАРШРУТИЗАЦІЯ МАГІСТРАЛЬНИХ АВТОПОЇЗДІВ

Дотримання оптимальних часових обмежень роботи автопоїздів приводить до мінімальних затримок транспортного процесу та підвищення продуктивності парку. Однак, випадкові чинники можуть погіршувати наперед спланований процес. Це є непередбачені прогнозом замовлення, які виникають на горизонті планування, а також скасування відомих замовлень, які вже були включені у попередньо складений розклад. Неможливо також передбачити достовірно зміну тривалості операцій доставки вантажів, відмови та з'їзд з маршрутів транспортних засобів. Метою цих досліджень було удосконалити методику побудови маршрутів і розкладів руху транспортних засобів на магістральній транспортній мережі з врахуванням ускладнення обставин і вимог до виконання перевезень. Динамічна маршрутизація полягає в тому, що впродовж деякого горизонту планування T_{pr} , при відомому прогнозі замовлень на перевезення вантажів на заданій транспортній мережі й параметрах їх виконання встановлюють моменти ключових подій, таких як, наприклад, прибуття у пункт завантаження і розвантаження, враховуючи випадкове розташування парку автопоїздів на мережі. Для міжміських великогуртових перевезень використовують критерії мінімального пробігу та мінімального простою транспортних засобів. Оптимальний розклад – це множина $t_1, t_2, \dots, t_n$, для N_a автомобілів, з яких у транспортному процесі задіяно N_{a1} . Інші є у резерві. Мінімальний час виконання проекту – $T_1, T_{pr} > T_1$, при якому в деякі моменти часу від нульового відліку $0 < t < T_{pr}$ виникають непередбачені обставини, серед яких можливі такі: а) нові замовлення з часовими вікнами, які перетинаються з горизонтом планування; б) відмінено прогнозоване замовлення; в) збільшився / зменшився прогнозований час транспортування t_{ij} , де i, j , відповідно, пункт відправки і приймання вантажу; г) транспортний засіб вийшов з ладу і зійшов з маршруту. Наявність таких подій переводить статичну задачу маршрутизації в динамічну. Вони мають випадковий характер і згідно з дослідженнями, підпорядковуються Пуассонівському закону [1]. Реакція на них може бути: а) відмовити у виконанні нових замовлень; б) проігнорувати скасовані замовлення; в) змінити послідовність виконання; г) змінити кількість транспортних засобів на маршрутах. Особливостями даної задачі є те, що у ній відсутня вимога виконання усіх замовлень множини P за період T_{pr} . Її можна класифікувати як складання циклічних унітарних розкладів для потокового виконання операцій проекту декількома засобами [2]. Потрібно розробити, з одного боку, найкоротший за марним пробігом маршрут руху для кожного транспортного засобу, який буде задіяний в процесі, а з

іншого – найкращий розклад виконання замовлень для сукупності автопоїздів з мінімальними непродуктивними простоями при наявності часових обмежень, тобто без затримок. Використано метод впорядкування змішаних графів [3]. Для удосконалення алгоритму ми застосували групування замовлень, яке виконується на основі запропонованої класифікації. Використовуючи ознаки сумісності, можна ще на стадії складання початкового розкладу згрупувати замовлення в такі, які будуть виконуватись в одному потоці. Запропонований алгоритм було застосовано для досить великого масиву даних. Початкова оптимізація відомих замовлень виконувалась зі змінним горизонтом. У таблиці подано результати оптимізації: при застосуванні класифікації замовлень і групуванні їх, і за евристичним алгоритмом «гілок і меж» (ГМ) [].

Таблиця – Показники якості побудованих динамічних розкладів при початковій плановій кількості замовлень 40

Показник	Методика побудови		Рівень показника, %
	ГМ, без класифікації	ГМ з класифікацією	
Виконано планових замовлень	33	36	+9,1
Виконано незапланованих замовлень	14	16	+14,3
Мінімальна гарантована тривалість проєкту, год.	22,2	19,5	–12,2
Тривалість пробігу з вантажем, год.	312	346	+10,9
Тривалість марного пробігу, год.	112	94	–16,1
Тривалість простою, год.	84	47	–44,0

Запропонований алгоритм показує вищий рівень якості розкладів і маршрутизації. Це особливо помітно за показником непродуктивного простою транспортних засобів, який має місце внаслідок того, що виконання замовлення є неузгоджене в часі. Показник простою актуальний при великому горизонті планування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Larsen A., Madsen O. B. G. 2000. The dynamic vehicle routing problem. Kgs. Lyngby, Denmark: Technical University of Denmark (DTU). IMM-PHD, No. 2000-73
2. Dorit S. 2006. Cyclical scheduling and multi-shift scheduling: Complexity and approximation algorithms. Discrete Optimization, 3 (4), 327–340. doi: 10.1016/j.disopt.2006.02.002

3. Tanaev V. S., Sotskov Y. N., and Strusevich V. A. [In Russian] Theory of schedules. Multistage systems, Moscow, Science, 1989.