

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ПОБУДОВИ РОЗКЛАДУ РОБОТИ НА МАРШРУТІ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ.

Козачок Л.М., ст. викладач
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
inf_appl-math@ukr.net

Однією з провідних технологій перевезень пасажирів є маршрутна технологія, сутність якої полягає в організації руху складу автотранспортного підприємства по незмінному шляху прямування у вигляді послідовності повторюваних циклів транспортування – рейсів. Потреба в рухомому складі встановлюється, виходячи з необхідності призначення на кожен маршрут такої кількості автобусів певної пасажиромісткості, яка забезпечує мінімум витрат перевізника за умови освоєння пасажиропотоку з дотриманням нормативних вимог до якості транспортного обслуговування.

Розподіл автобусів – необхідний етап при переході від пасажиропотоку до числа автобусів на маршруті. Обидва зазначені завдання мають загальну інформаційно-методичну основу.

Питання вдосконалення технологічних процесів організації та управління перевезеннями розглядалися провідними вітчизняними і зарубіжними вченими, такими як Л.Л. Афанасьєв, М.Ф. Дмитриченко, П.Р. Левковець, М.Я. Блінкен, С.А. Ваксман, Г.А. Варелопуло, Г.А. Гуревич, В.Д. Герамі, П.Ф. Горбачов і багатьма іншими.

Вихідною інформацією для раціональної організації праці водіїв автобусів є відкоригована діаграма випуску ефективної кількості автобусів за годинами доби, вона будується у прямокутній системі координат. По осі абсцис відкладається час роботи автобусів на маршруті, а по осі ординат – обчисленні значення необхідної кількості автобусів A_m різної місткості за годинами доби, ці

значення повинні бути скориговані з урахуванням встановленого рівня якості обслуговування пасажирів, інтервалу руху на маршруті, місткості автобусів тощо.

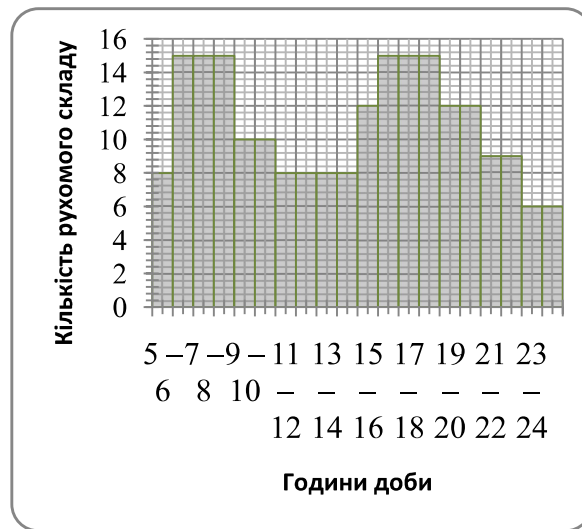


Рис. 1. Діаграма випуску автобусів у кожну годину доби.

Для планування оптимальної організації роботи автобусів та праці водіїв набув визнання графоаналітичний метод. Метою графоаналітичного методу є визначення мінімально необхідного набору режимів роботи автобусів і водіїв на маршруті при досягненні найменших загальних витрат (машино-годин) з урахуванням обмежень, що визначають нормативи (тривалість змін водіїв, надання обідніх перерв, змінність тощо).

У результаті математична постановка задачі може бути записана наступним чином:

Дана прямокутна область заданої ширини і довжини, а також набір прямокутних перешкод заданих розмірів, w_{p_j}, l_{p_j} , $j = \overline{1, m}$ де m - кількість перешкод, w_p , l_p - довжина і ширина p -ї перешкоди. Введемо прямокутну систему координат: осі Ox і Oy збігаються відповідно з нижньої і бічною сторонами області. Положення кожної перешкоди p_j задається координатами $(\alpha_p; \beta_p)$ його лівого нижнього кута. Розміщення перешкод в області є допустимим, тобто виконуються наступні умови:

1. Ребра перешкод паралельні ребрам області:

$$(d_{\alpha}^p = l_p) \wedge (d_{\beta}^p = w_p), \forall p, j, j = \overline{1, m}, \text{ де}$$

$d_{\alpha}^p, d_{\beta}^p$ - проекції перешкоди на осі координат Ox і Oy .

2. Взаємне неперетинання перешкод:

$$\begin{aligned} & \forall p_1, p_2 \\ & ((\alpha_{p1} \geq \alpha_{p2} + l_{p2}) \vee (\alpha_{p2} \geq \alpha_{p1} + l_{p1})) \vee \\ & \vee ((\beta_{p1} \geq \beta_{p2} + w_{p2}) \vee (\beta_{p2} \geq \beta_{p1} + w_{p1})) \end{aligned}$$

3. Неперетинання перешкодами зовнішніх границь області:

$$\begin{aligned} & \forall p: (\alpha_p \geq 0) \wedge (\beta_p \geq 0) \wedge \\ & \wedge (\alpha_p + l_p \leq L) \wedge (\beta_p + w_p \leq W) \end{aligned}$$

Потрібно знайти множину $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ мінімальної потужності, що складається з прямокутників $P_i = \langle x_i, y_i, \omega_i, \lambda_i \rangle$, де (x_i, y_i) – координати нижнього лівого кута прямокутника, ω_i – його ширина, а λ_i – довжина, що задовольняють наступним умовам:

1. Ребра прямокутників паралельні ребрам області:

$$(d_x^i = \lambda_i) \wedge (d_y^i = \omega_i), i = \overline{1, n}$$

d_x^i, d_y^i – проекції i -го прямокутника на осі координат Ox і Oy .

2. Взаємне неперекриття прямокутників:

$$\begin{aligned} & ((x_i \geq x_j + \lambda_j) \vee (x_j \geq x_i + \lambda_i)) \vee \\ & \vee ((y_i \geq y_j + \omega_j) \vee (y_j \geq y_i + \omega_i)) \\ & \forall i \neq j; i, j = \overline{1, n} \end{aligned}$$

3. Неперетинання прямокутниками граней області:

$$\begin{aligned} & (x_i \geq 0) \wedge (y_i \geq 0) \wedge (x_i + l_i \leq L) \wedge \\ & \wedge (y_i + \omega_i \leq W), \quad \forall i = \overline{1, n} \end{aligned}$$

4. Неперетинання прямокутників з перешкодами:

$$\forall i, p: i = \overline{1, n}, p = \overline{1, m}$$

$$((x_i \geq \alpha_p + l_p) \vee (\alpha_p \geq x_i + \lambda_i)) \vee \\ \vee ((y_i \geq \beta_p + w_p) \vee (\beta_p \geq y_i + \omega_i))$$

5. Умова поділу.

Для будь-якого прямокутника P з розмірами (ω, λ) , $\omega \neq \omega_i, \lambda \neq \lambda_i, \forall i = \overline{1, m}$ виконується умова поділу на два прямокутника $P'(\omega', \lambda'), P''(\omega'', \lambda'')$ таких, що

$$((\omega' = \omega'' = \omega) \wedge (\lambda' + \lambda'' = \lambda)) \vee \\ \vee ((\lambda' = \lambda'' = \lambda) \wedge (\omega' + \omega'' = \omega))$$

та якщо $P_i \in P' \Rightarrow P_i \notin P''$

і якщо $P_i \in P'' \Rightarrow P_i \notin P'$.

6. Прямокутники повинні повністю покривати ортогональну область:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i \lambda_i = W \cdot L - \sum_{p=1}^m w_p l_p.$$

Проведемо розбиття багатозв'язної ортогональної області за допомогою побудови горизонтальних та вертикальних прямих. У результаті цього розбиття отримаємо сітку, яку можна використовувати для складання матриці, відповідної до нашої області. Таким чином, наша ортогональна область з перешкодами може бути представлена у вигляді наступної матриці

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1,s-1} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2,s-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{r-1,1} & a_{r-1,2} & \dots & a_{r-1,s-1} \end{pmatrix} = (a_{\mu\nu})_{(r-1) \times (s-1)}$$

елементами якої будуть нулі та одиниці.

Література.

1. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. - М.: Наука, 1965. - 346 с.

2. Вікович І.А. Організація перевезення відвідувачів Євро- 2012 після проведення матчу у місті Львові / І.А. Вікович, Р.М. Зубачик, О.Г. Вілюра // Автошляховик України – 2010. - № 6 – С. 10 – 13.
3. Белов В. В., Воробьев Е. М., Шаталов В. Е. Теория графов. - М.: Высш. школа, 1976. - 392с.
4. Горбачев П.Ф. Моделирование спроса на услуги пассажирского маршрутного транспорта в крупных городах / П.Ф. Горбачев, А.В. Россолов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 152 с.
5. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения. - М.: Прогресс, 1966. - 379 с.
6. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / пер. с англ. под общ. ред. В.С. Лукинского. - СПб.: Питер, 2005. - 316с.
7. Aven T., Vinnem J.E. Risk Management: With applications from the offshore petroleum industry. – Springer, 2007. - P.211.