

УДК 656.027

С.О.Киричук

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ

Представила д-р техн. наук, професор Т.В. Бутько

Вступ та актуальність теми. В умовах проведення Євро-2012 на залізничних вокзалах, що розташовані в містах, де заплановано проведення турніру, очікується значне зростання пасажиропотоків у декілька разів. Оскільки обмежена дальність прямування швидкісних поїздів передбачає організацію швидкісних сполучень між вузлами в усіх регіонах країни та перевезення на коротких плечах, необхідно організувати ввіз та вивіз пасажирів з вокзалів, які призначені для пересадки пасажирів на швидкісні поїзди.

Для формування заходів щодо уникнення заторів та незручності при пересуванні пасажирів на вокзалі під час ввозу та вивозу пасажирів з маленьких міст в роботі запропоновано провести моделювання пасажиропотоків з використанням розробленої моделі теорії розкладу (англ., Schedule theory) та еволюційного моделювання, які забезпечують розроблення узгодженого графіка прибуття та відправлення міського пасажирського транспорту у взаємодії із залізничним в межах директивних строків при здійсненні пересадки.

Аналіз наукових досліджень у цьому напрямку довів, що це наукове завдання

передбачене в раніше розглянутих роботах [1, 2, 3]. В цих роботах було недостатньо приділено уваги узгодженню графіка міського транспорту із залізничним.

Основний матеріал. У задачі організації залізничних пасажирських перевезень велике значення має не тільки розроблення раціонального плану формування поїздів та графіка руху пасажирських поїздів, але й оперативний аналіз виконання запланованих варіантів ввозу та вивозу пасажирів з пересадочних комплексів в умовах реалізації діючого графіка руху поїздів. Цей процес запропоновано у вигляді певних етапів. На першому етапі відповідно до розробленої моделі необхідно впровадити прямі пасажирські перевезення від вузлових станцій регіону до станції пересадки на швидкісні поїзди з урахуванням узгодженого графіка прибуття та відправлення міського пасажирського транспорту у взаємодії із залізничним. На другому етапі має бути здійснено впровадження міжрегіональних нічних швидких поїздів сполученням від центру промислового району через вузлові станції цього району та суміжних регіонів на шляху прямування поїзда до станції, де

буде проводитись пересадка на швидкісні поїзди. А на третьому етапі необхідно забезпечити регулювання підвозу та вивізу пасажирів на вузлових станціях регіонів протягом доби, особливо в нічний час з урахуванням узгодженого графіка прибуття та відправлення міського пасажирського транспорту у взаємодії із залізничним.

Для ефективного вирішення науково-прикладного завдання організацій пасажирських перевезень в умовах ввозу та вивозу пасажирів з вокзалів, які служать пересадочними комплексами, необхідно ув'язати роботу графіка міського транспорту з графіком залізничного транспорту. З цією метою в роботі проведено дослідження пасажиропотоку на залізничному вокзалі станції Луганськ та на залізничному вокзалі станції Харків-Пасажирський.

Для формалізації процесу узгодженої технології роботи залізничного та міського транспорту запропоновано використати апарат теорії розкладу (англ., Schedule theory) на основі еволюційного моделювання. Перевага таких підходів полягає в тому, що чіткий графік руху пасажирських поїздів узгоджується з гнучким графіком руху міського транспорту.

В основі формування моделі прийнята умова, за якою час прибуття та відправлення пасажирського поїзда є незмінним та формує вимогу до операції для міського виду транспорту. Під операцією розуміється поїздка m -го виду транспорту для забирання пасажирів із вокзалу або їх підвезення до вокзалу. Кожна операція задається індексами: i - номер нитки прибуття або відправлення поїзда, що містить операцію відправлення або прибуття, $i = \overline{1, n}$; J - номер операції, яка відповідає вимозі прибуття або відправлення поїзда (номер нитки графіка міського транспорту), $j = \overline{1, g_i}$, де g_i - кількість операцій для i -ї нитки від міського рухомого складу, для яких операція з відправлення або прибуття повинна виконуватися, $m = \overline{1, M}$.

Для формалізації поставленої задачі сформовано оптимізаційну модель, цільовою функцією якої є мінімум суми моментів початку виконання останніх операцій з відправлення або прибуття t_{ijm} усіх вимог i :

$$F = \sum_i \sum_j \sum_m \delta_{ijm} \cdot t_{ijm} \rightarrow \min$$

З наступними обмеженнями:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_m \leq t_{ijm} \\ r_i \leq t_i^m \leq r_i + D_i \\ t_{ijm} - t_{ij+1m} \geq \theta_m \\ \sum_m \delta_{ijm} t_{ijm} \leq \sum_m \delta_{ij+1m} t_{ijm} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{- умова забезпечення можливості просування} \\ \text{міського транспорту до розкладу прибуття та} \\ \text{відправлення пасажирських поїздів;} \\ \text{- умова дотримання строку, до якого бажано} \\ \text{завершити обслуговування вимоги;} \\ \text{- умова забезпечення одночасного виконання не} \\ \text{більше ніж однієї операції;} \\ \text{- умова дотримання обмежень на порядок} \\ \text{виконання операції,}$$

де θ_m – встановлений за розрахунками оборот відповідного типу рухомого складу;

t_{ijm} – інтервал часу необхідного рухомому складу m_{ij} для виконання обороту на маршруті та наступного відправлення або прибуття j для вимоги i ;

r_i – мінімально можливий час початку першого відправлення або прибуття m -го рухомого складу на i -ту вимогу;

D_i – директивний строк, до якого бажано завершити обслуговування вимоги i ;

t_i^m – тривалість виконання операції прибуття або відправлення;

$\sum_m \delta_{ijm} t_{ijm}$ – тривалість бюджету часу на виконання операції j для вимоги i ;

δ_{ijm} – одинична функція Хевісайда.

$$\delta_{ijm} = \begin{cases} 1, \text{ якщо операція } j \text{ вимоги } i \\ \text{виконуються} \\ \text{рухомий склад } m \\ 0, \text{ в іншому випадку.} \end{cases}$$

Реалізацією запропонованої моделі проведено на основі генетичного алгоритму з дійсним кодуванням. Результатом моделювання є складений розклад прибуття та відправлення рухомого складу різних видів міського транспорту, що дозволить за рахунок зменшення очікування прибуття бажаного виду транспорту розвантажити привокзальну площу та підвищити комфорт пасажирів під час здійснення пересадки.

Для адаптації сформованої моделі до умов роботи конкретного вокзалу було проведено статистичні дослідження параметрів пасажиропотоків (середня кількість перевезених пасажирів N , середнє квадратичне відхилення σ , коефіцієнт варіації v та коефіцієнт нерівномірності k) в умовах вокзалів станції Луганськ та станції Харків-Пасажирський на протязом 2011 року.

За статистичними даними було отримано діаграми розподілу кількості відправлених пасажирів по вокзалу станції Луганськ за 2011 рік, які наведено на рис. 1.

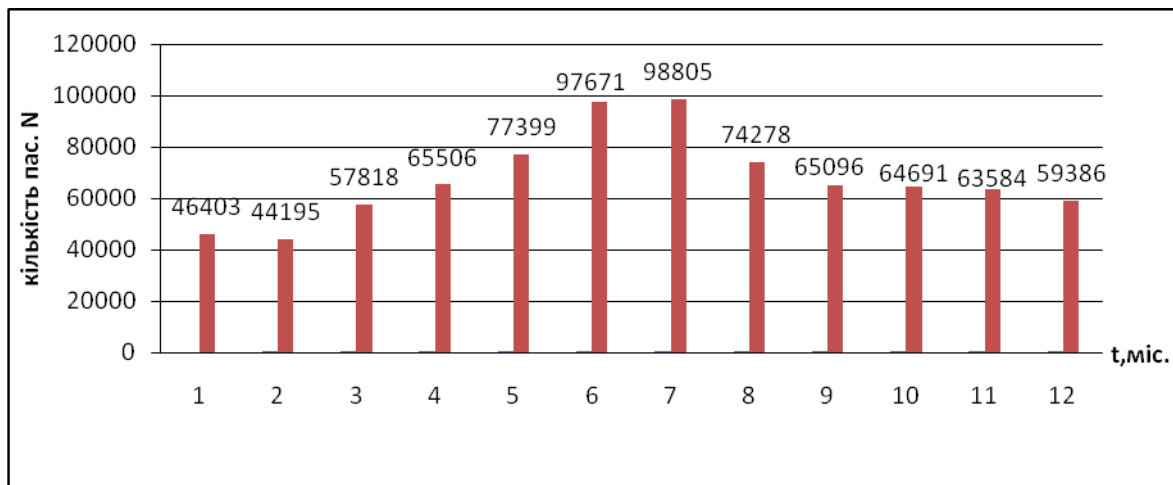


Рис. 1. Діаграма розподілу кількості відправлених пасажирів по вокзалу станції Луганськ за 2011 рік

Аналіз діаграми розподілу пасажиропотоків за місяцями року в умовах вокзалу станції Луганськ свідчить про наявність коливань, що обумовлені

впливом сезонного фактора (літні перевезення), при цьому середня кількість перевезених пасажирів складає $N = 67903$, середнє квадратичне відхилення $\sigma = 215620$,

Організація перевезень і управління на транспорті

коефіцієнт варіації $v=3,17$ та коефіцієнт нерівномірності $k = 0,45$.

Для детального аналізу пасажиропотоків було отримано діаграму розподілу за окремими днями за липень 2011 року (рис. 2). Аналіз цієї діаграми доводить наявність коливань пасажиропотоків, що обумовлені ефектом «вихідного дня». При цьому коефіцієнт варіації не змінюється та складає $v = 3,17$, середня кількість перевезених пасажирів $N = 3187$, середнє квадратичне відхилення

$\sigma = 17173$ та коефіцієнт нерівномірності $k = 1,59$.

Аналогічно було проведено дослідження за окремими днями за лютий 2011 року (рис. 3). Аналіз цієї діаграми також доводить наявність коливань пасажиропотоків, що обумовлені ефектом «вихідного дня». При цьому коефіцієнт варіації змінюється та складає $v = 0,18$, середня кількість перевезених пасажирів $N = 1578$, середнє квадратичне відхилення $\sigma = 8054$ та коефіцієнт нерівномірності $k = 1,37$.

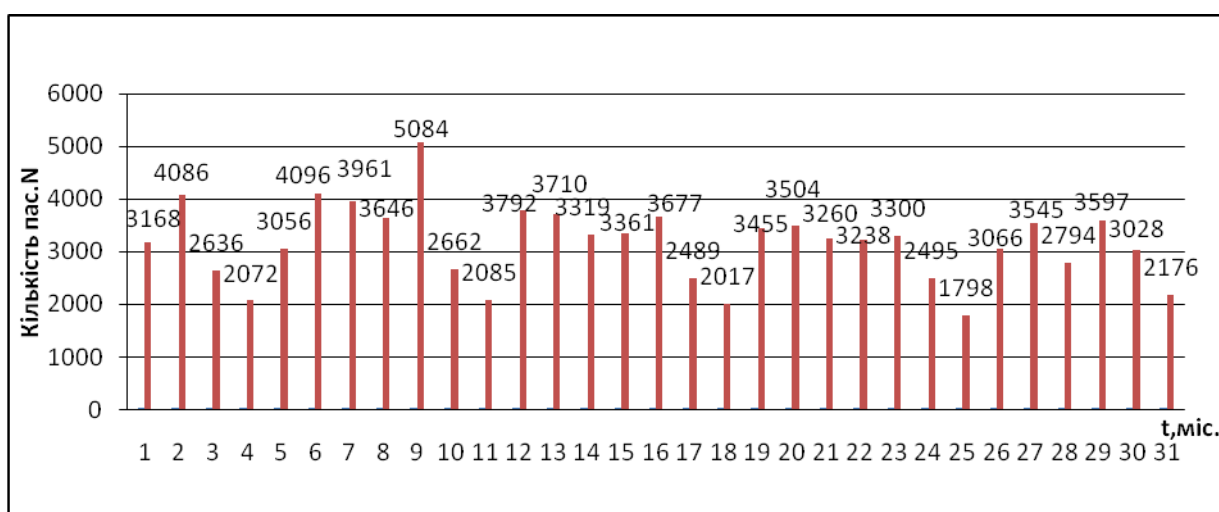


Рис. 2. Діаграма розподілу кількості відправлених пасажирів по вокзалу станції Луганськ за липень 2011 року

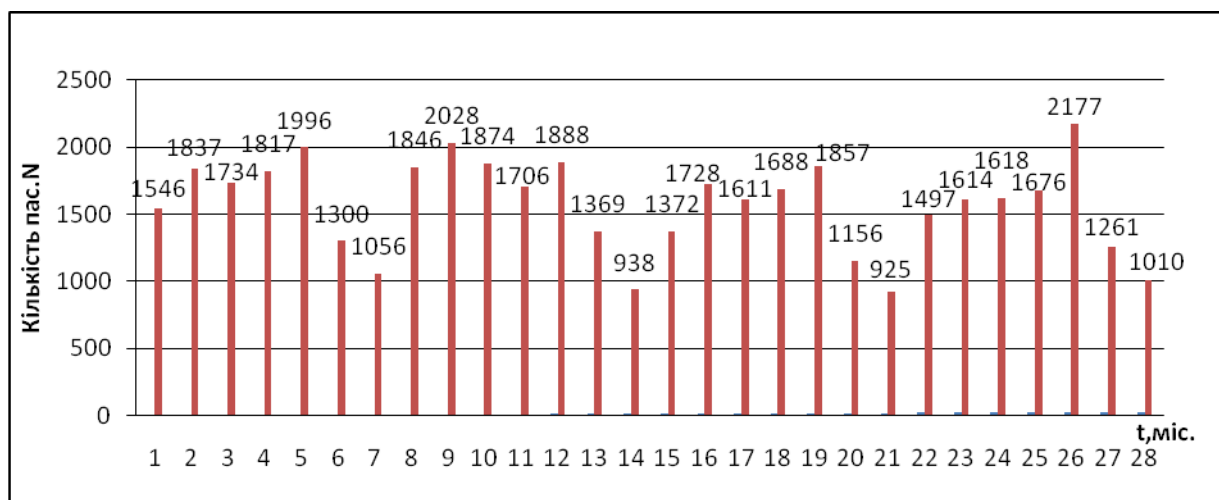


Рис. 3. Діаграма розподілу кількості відправлених пасажирів по вокзалу станції Луганськ за лютий 2011 року

Організація перевезень і управління на транспорті

Аналогічні дослідження було проведено в умовах вокзалу станції Харків-Пасажирський за місяцями і добами протягом 2011 року. Результати досліджень наведено на рис. 4, а відповідні параметри

складають ($k = 1,15$, $N = 1465535$, $\sigma = 4653699$, $v = 3,17$, $k = 0,45$). Звідси ми можемо проаналізувати максимальні та мінімальні обсяги перевезень пасажирів у прямому та місцевому сполученнях.

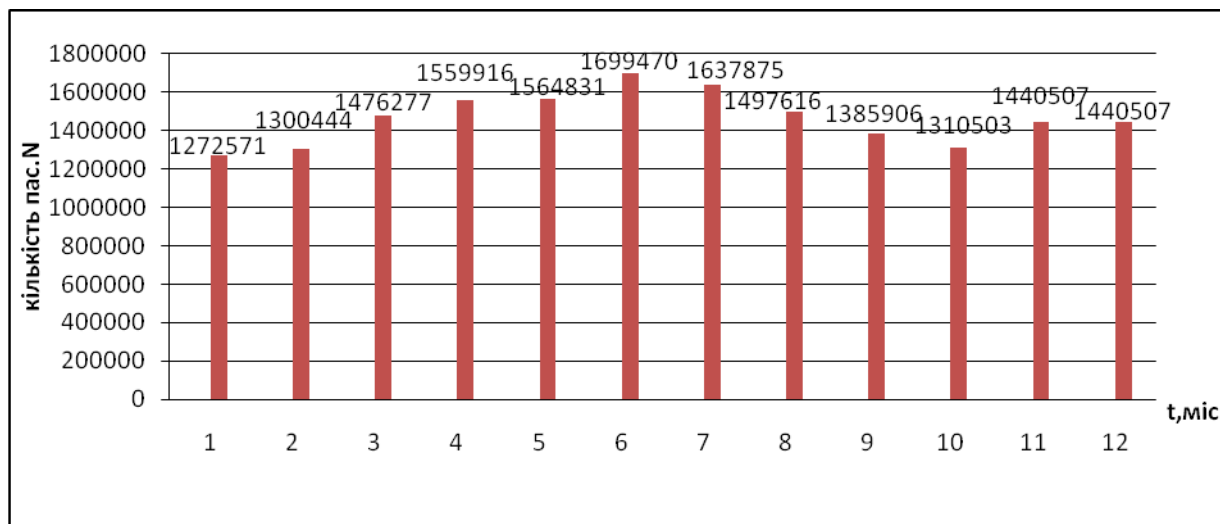


Рис. 4. Діаграма розподілу кількості відправлених пасажирів по вокзалу станції Харків-Пасажирський за 2011 рік

Проведений статистичний аналіз по станції Харків-Пасажирський доводить, що час між прибуттям та відправленням пасажирських поїздів підпорядкований експоненційному закону розподілу з інтенсивністю близько $\lambda=0,07$ хв⁻¹, який свідчить про стохастичний характер надходження пасажирів на вокзал та підкреслює складність управління залізничним вокзалом при ввозі та вивозі пасажирів із пересадочних комплексів.

Висновок. На основі проведених статистичних досліджень пасажиропотоків доведено наявність коливань, що обумовлені сезонним фактором та фактором «вихідного дня». Для забезпечення синхронізації в роботі залізничного та міського транспорту сформовано адекватну оптимізаційну модель, яка може бути в подальшому основою для формування автоматизованої технології роботи.

Список літератури

1. Журба, О.О. Організація пасажирських перевезень в умовах залізничних пересадочних комплексів [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 14.09.11 / О.О. Журба. – Харків, 2011. – 19 с.
2. Формування мережі логістичних центрів пересадочних комплексів на основі використання розподіленої системи підтримки прийняття рішень з реалізацією колективної самоорганізації [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба, Н.І. Хведорець // Зб. наук. пр. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 26. – С. 34-39.

3. Журба, О.О. Формування моделі узгодженого графіка підводу рухомого складу різних видів транспорту до залізничного вокзалу [Текст] / О.О. Журба // Зб. наук. пр. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – Вип. 22. – С. 62-68.

Ключові слова: модель теорії розкладу, пасажиропотік, ввіз, вивіз, швидкісний рух.

Анотації

У роботі розглянуто питання взаємодії міського транспорту із залізничним, цей процес формалізовано у вигляді оптимізаційної моделі на основі теорії розкладу та досліджено параметри та структуру пасажиропотоків. Це може бути основою для формування автоматизованих технологій взаємодії залізничного та міського транспорту.

В работе рассмотрен вопрос взаимодействия городского транспорта с железнодорожным, этот процесс формализован в виде оптимизационной модели на основе теории расписания и исследовании параметров и структуры пассажиропотоков. Это может быть основой для формирования автоматизированных технологий взаимодействия железнодорожного и городского транспорта.

The paper considers the interaction of public transport to the railwa, the process is formalized as an optimization model based on the theory Schedule and investigated parameters and structure of the passenger. This could be the basis for the formation of the automated technology of railways and public transport.