

## ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ОЧІКУВАННЯ ПАСАЖИРАМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТАХ

*Жерновий М.Т.*

*Науковий керівник – Чижик В.М., канд. техн. наук, асистент  
(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

Час витрачений пасажиром на пересування під час здійснення трудових або інших поїздок є одним із основних показників, що визначає рівень обслуговування пасажирів міським пасажирським транспортом (МПТ). Складовою частиною загальних витрат часу пасажирів на пересування, є час очікування пасажиром (ЧОП) транспортних засобів (ТЗ) на зупиночних пунктах (ЗП), що виникає через наявність інтервалів руху ТЗ на маршрутах.

Величину часу очікування можна описати як функцію наступних, часто взаємозалежних змінних: інтенсивність і закономірність прибуття пасажирів до ЗП, середній інтервал руху ТЗ, регулярність руху, яку можна оцінити середньоквадратичним відхиленням від середнього інтервалу, місткість ТЗ.

Основною залежністю для розрахунку середнього ЧОП МПТ на ЗП до цього часу вважається формула, запропонована А.Х. Зільберталем ще у 1932 р., яка буде справедлива у випадку, коли пасажир не знає час прибуття ТЗ на ЗП. Дана модель для розрахунку ЧОП міського транспорту враховує відхилення інтервалів руху ТЗ на маршрутах від середнього:

$$\bar{T}_{оч} = \frac{\bar{I}}{2} \left( 1 + \frac{\sigma^2}{\bar{I}^2} \right) \quad (1)$$

де  $\bar{T}_{оч}$  – середній час очікування одного пасажиром;  $\bar{I}$  – середній інтервал руху;  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення від середнього інтервалу.

Однак, дана залежність не враховує можливість виникнення відмов у посадці в автобуси через його переповнення, тому для уточнення розрахунків вводиться поняття імовірність відмови пасажиром у посадці. Унаслідок цього залежність (1) перетвориться в наступну:

$$\bar{T}_{оч} = \frac{I_{nl}}{2} + \frac{\sigma^2}{2I_{nl}} + P_{від} I_{nl} \quad (2)$$

де  $I_{nl}$  – плановий інтервал руху ТЗ на маршруті;  $P_{від}$  – імовірність відмови пасажиром у посадці.

Однак, відповідно до залежності (2) при значеннях імовірності відмови, що тяжіють до одиниці, значення часу очікування приймає скінчену величину. У дійсності ж за таких умов значення часу очікування прагне до нескінченності. Для визначення його значення використовувався аналітичний метод – була запропонована наступна залежність для визначення імовірності відмови на  $i$ -ій зупинці:

$$P_{від} = 1 - \sum_{K=0}^q \left( (T_{об} \lambda_i A^{-1}) K / K! \right) e^{- (T_{об} \lambda_i A^{-1})} \quad (3)$$

де  $A$  – кількість ТЗ, що працюють на маршруті;  $\lambda_i$  – інтенсивність пасажиропотоку на перегоні маршруту, що починається від  $i$ -ої зупинки;  $T_{об}$  – час оберту ТЗ на маршруті;  $q$  – місткість ТЗ;  $K$  – кількість пасажирів, що прибули до  $i$ -ої зупинки.

Окрім цього, існують інші методики розрахунку величини ЧОП.

На основі елементів теорії масового обслуговування описана варіація залежності (1), яка дає оцінку додаткового часу очікування, що виникає в результаті появи відмов у посадці. Недоліком залежності є неможливість враховування впливу випадкових факторів повною мірою на час очікування, що можуть істотно змінити його значення.

Наступний спосіб розрахунку ЧОП полягає у перетворенні функції привабливості, яка тісно пов'язана із величиною очікування, в аналітичну залежність. Аналітична залежність визначення ЧОП ТЗ створена Зігфрідом Рюгером враховує нерівномірність інтервалів руху ТЗ, що виникає на загальних ділянках різних маршрутів, але вона не враховує можливі відхилення прибуття ТЗ на ЗП від планового часу, яке виникає в будь-якому випадку, в реальних умовах функціонування маршрутного транспорту в місті.

Аналізуючи дані методи розрахунку величини очікування пасажирами міського транспорту можна зробити висновок, що кожний з них може використовуватись інженерами з транспортного моделювання, для створення макромоделей маршрутних мереж міського транспорту для різних міст.

Проте, існують моделі розрахунку ЧОП ТЗ на ЗП, які враховують фактичні параметри руху ТЗ на маршруті. Вони отримані на основі методу імітаційного моделювання фактичного часу прибуття ТЗ та пасажирів на ЗП. Такий підхід до розрахунку ЧОП складніший, порівняно із аналітичними залежностями, але його результати враховують фактичні умови функціонування МПТ.