

## МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТРАНСПОРТОМ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ У ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ

У статті розкриті основні методи прогнозування обсягів пасажирських перевезень, що сприяють підвищенню ефективності використання сучасної сформованої транспортної інфраструктури міста.

Ключові слова: об'єм перевезень, прогнозування, пасажирооборот, пасажирський транспорт, кореспонденція, математична модель.

**Актуальність проблеми.** Важливою умовою для підготовки планування та проектування вулично-дорожньої мережі, виявлення ступеня впливу та сукупності факторів на формування пасажиропотоків, а також методів організації дорожнього руху є знання сучасного стану транспортних проблем [6]. Для різних видів міського пасажирського транспорту розробляються програми розвитку на державному та місцевому рівнях, де визначальним фактором є розробка та уточнення комплексних схем розвитку міського пасажирського транспорту з метою збільшення обсягу перевезень [7]. І, як наслідок, головним методом вивчення проблеми тенденції розвитку транспортної системи є визначення попиту населення на перевезення за допомогою прогнозування обсягів перевезень пасажирів.

**Мета.** Вдосконалити та підвищити ефективність використання сформованої транспортної інфраструктури із врахуванням прогнозу очікуваного обсягу перевезень та розподіл його між різними видами транспорту.

**Зв'язок з важливими науковими дослідженнями та працями.** Дану тему розкрили вітчизняні та зарубіжні вчені: Дума І.М., Шаров М.І., Гридасов Н.А., Т. Abrahamsson, Трегубов В.Н., Санько Я.В.

**Виклад основного матеріалу.** Попит на перевезення пасажирів різними видами транспорту змінюється під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників [1]. З використанням прогнозів попиту на майбутнє можна здійснити реалізацію незадоволеного попиту на пересування, що дозволяє, в свою чергу, з одного боку підвищити якість обслуговування пасажирів, а з іншого – дає можливість збільшення обсягу прибутків транспортних підприємств. На сьогоднішній день прогнозування обсягів перевезень на пасажирському транспорті розглядається як одна із основних частин процесу планування, організації та контролю транспортного комплексу.

Як правило, прогнози пасажирських перевезень засновані на закономірностях, отриманих в результаті натурних обстежень пересування

населення, а також на теоретичних моделях. Останні являються перспективнішими, оскільки враховують фактори, які впливають на збільшення обсягів перевезень (чисельність населення, щільність забудови, рівень автомобілізації, та ін.) або сприяють його зменшенню (витрати часу, дальність поїздки, вартість проїзду та ін.) [3]. В розробці прогнозу розвитку пасажирських перевезень можна виділити наступні основні етапи (рис.1):

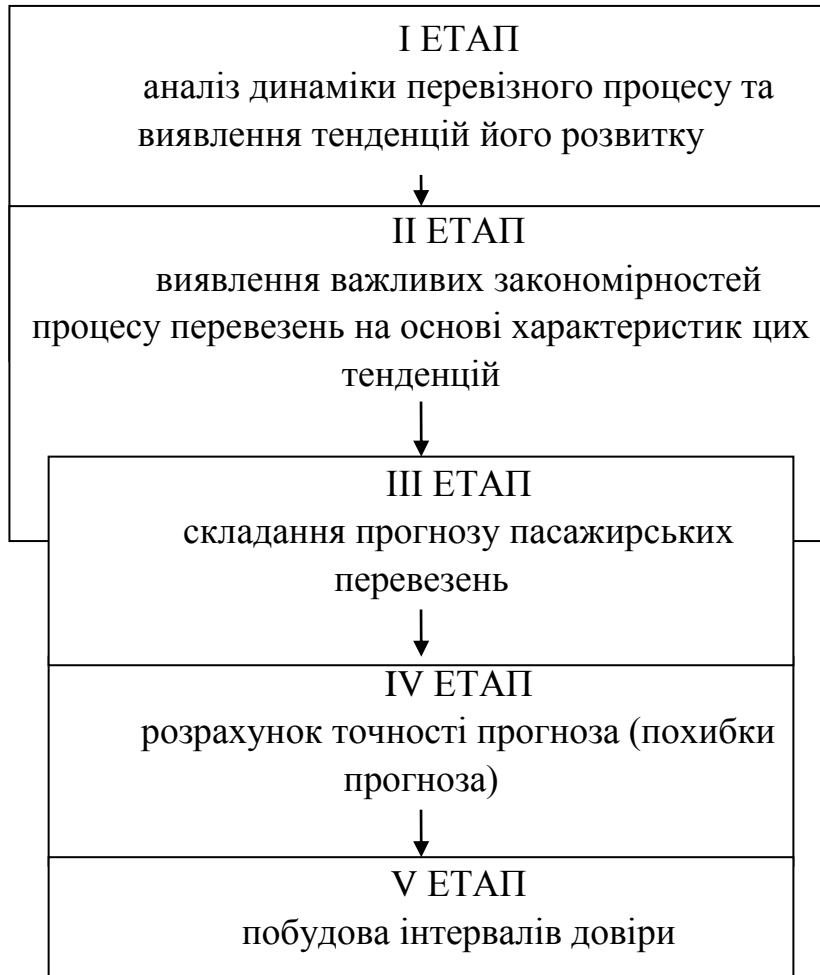


Рис. 1. Основні етапи розробки прогнозу пасажирських перевезень

Найбільш розповсюдженими при прогнозуванні пасажирооборота є методи екстраполяції, експертні оцінки та математичні методи (факторні моделі, кореляційний та регресійний аналізи) [3].

Наприклад, Дума І.М. у своїй роботі [4] розглянув основні положення регресійно-кореляційного довгострокового прогнозування для регулярних автобусних перевезень на маршрутах міжнародного сполучення, розробив прогнозну модель за допомогою методів множинної регресії, суть якої полягала у визначенні математичної залежності ( $y_n = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ , де  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  – фактори від яких залежить прогнозна величина попиту), що відображають статистичний зв'язок величини попиту з групою факторів (рік

по порядку, середньомісячна зарплата, чисельність населення, національний доход на душу населення, чисельність зайнятих на виробництві, чисельність зайнятих комерційною діяльністю, чисельність пенсіонерів, чисельність санаторіїв та будинків відпочинку), та лінійну багатofакторну модель ( $y_n = a + \sum_{j=1}^n b_j x_j$ , де  $b_j$  - коефіцієнт рівняння регресії;  $a$ -вільний член), визначив постійні величини при невідомих коефіцієнтах, які дозволили скласти та вирішити шість прогнозних рівнянь (табл.1):

Таблиця 1

Номер моделі	Розрахункові прогнозні рівняння для загального потоку пасажирів	Коефіцієнт невідповідності
I	$y_{II} = -6,482x_1 + 12,578x_2 + 0,815x_3 + 1,232x_4 + + 2,561x_5 - 179,263$	0,0502
II	$y_{II} = 1,987x_1 - 2,134x_2 + 2,037x_6 - 0,178x_7 - 0,759x_8 + 82,637$	0,0317
III	$y_{II} = -1,477x_1 - 20,254x_2 + 9,176x_6 - 8,932x_4 + + 1,187x_3 + 113,591$	0,002
IV	$y_{II} = -29,69x_1 + 352,41x_2 - 25,16x_6 + 29,93x_4 + + 0,003x_5 - 2743,2$	0,187
V	$y_{II} = -9,7x_1 - 0,6x_4 + 1,172x_3 - 0,002x_7 + 7,932x_5 - 187,252$	0,093
VI	$y_{II} = 0,633x_1 - 1,327x_2 + 0,287x_3 + 2,533x_6 - 0,703x_8 + 29,352$	0,017

Найбільш точний прогноз дає III-я модель, оскільки для неї критерій невідповідності дорівнює 0,002 (табл.1) – практично досконалий прогноз.

Шаров М.І. при вдосконаленні метода оцінки транспортного попиту на перевезення міським пасажирським транспортом в м. Іркутськ розробив метод регресійного оновлення матриці кориспонденції з використанням значень пасажиропотоків, обрахованих на транспортній мережі [5].

І як наслідок, один із видів оцінки матриці кориспонденції розглянув метод найменших модулів (МНМ):

$$\sum_{t=1}^n |e_t| = \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| = \sum_{t=1}^n \left| y_t - \sum_{f=1}^m a_{tj} \hat{x}_j \right| \rightarrow \min$$

де  $e_i = y_i - \hat{y}_i$  – розходження виміряних значень потоків  $y_i$  і розрахункових значень потоків  $\hat{y}_i$  на ланках мережі (залишки регресії);  $n$  –

кількість дуг, на яких відома інтенсивність руху,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $m$  – кількість оцінювальних кориспонденцій;  $a_{ij}$  – елементи матриці інциденцій ( $a_{ij} = 1$ , кориспонденція  $j$  належить дузі  $i$ , в іншому випадку 0);  $\hat{x}_j$  – кориспонденції, що обраховуються;

$$j = 1, 2, \dots, m.$$

Гридасов Н.А. ще в 1975 р. запропонував методику оцінки впливу домінуючих та випадкових факторів на величину пасажиропотоку [6], використовуючи комплексний статистичний метод, який складається із кореляційного аналізу, методу групування, логістичних перетворень, суть яких заключається в послідовному виключенні впливу домінуючих факторів на величину пасажиропотока в осінньо-зимній-весняний періоди та в святкові дні.

Розробка методики обліку, аналізу та прогнозування пасажиропоків здійснювались на дальніх сполученнях залізничним транспортом за допомогою рівняння регресії:

$$\tilde{a} = a_0^{(t)} + a_1^t \cdot t$$

$\tilde{a}$  – розрахункове значення пасажиропотока;  $a_0^{(t)}$ ,  $a_1^t$  – коефіцієнти регресії;  $t$  – порядковий номер року в динамічному ряді.

Запропонована методика дозволила визначити перспективний пасажиропотік на залізничному транспорті на основі статистичних даних за декілька років з урахуванням оперативної тенденції.

Також, Гридасовим Н.А. була запропонована математична модель розрахункового значення добового пасажиропотока:

$$\tilde{n} = f_1(x_1) \cdot f_2(x_2) \dots f_n(x_n)$$

де  $\tilde{n}$  – розрахункове значення пасажиропотока за добу, який змінюється в залежності від коливання домінуючих факторів;

$f_1(x_1) \cdot f_2(x_2) \dots f_n(x_n)$  – функція, що виражає залежність розрахункового значення пасажиропотока від 1-ї, 2-ї,  $n$ -ї групи домінуючих факторів.

Залежність величини пасажиропотока від числа нетрудових (святкових) днів [6]:

$$\tilde{\mu}_i^{(2)} = a_0^{(2)} + a_1^{(2)} \cdot x_i$$

$\tilde{\mu}_i^{(2)}$  – розрахункове середньодобове відносне значення величини пасажиропотоку другого кроку дослідження  $i$ -го періоду святкових перевезень;  $x_i$  – число святкових днів в  $i$ -му періоду святкових перевезень;  $a_0^{(2)}$ ,  $a_1^{(2)}$  – параметри рівняння регресії другого кроку.

Абсолютне розрахункове значення пасажиропотока, скориговане на оперативну тенденцію, визначається по формулі:

$$\hat{\Pi}_{ij\tau} = \tilde{\Pi}_{ij} \cdot \tilde{\mu}_{j\tau}^{(4)}$$

$\hat{\Pi}_{ij\tau}$  – розрахункове абсолютне значення пасажиропотока на  $j$ -ий день від'їзда пасажирів  $i$ -го святкового періода, скориговане на оперативну тенденцію по  $\tau$ -му дні попереднього продажу квитків;  $\tilde{\mu}_{j\tau}^{(4)}$  – розрахункове значення відносної величини пасажиропотока по  $\tau$ -му дні попереднього продажу квитків для  $j$ -го дня від'їзду пасажирів  $i$ -го періода святкових перевезень,  $k$ -ій групі кривих.

Розроблена методика дає можливість з практично достатньою точністю розрахувати очікуваний в святкові періоди пасажиропотік, своєчасно визначити та підготувати транспортні засоби для перевезення пасажирів, що в свою чергу підвищує ефективність використання транспорту та покращує якість обслуговування пасажирів.

**Висновки.** Проектування систем пасажирського транспорту та його організація відбувається на основі прогнозу пасажиропотоків та повинна вирішуватися з використанням комплексних схем розвитку всіх видів міського пасажирського транспорту. Від вибору методу прогнозування обсягів перевезень залежить майбутній розвиток пасажирського транспорту.

### Список використаних джерел

1. Кучевский Н. Тенденция развития рынка транспортных услуг //Белорусский журнал международного права и международных отношений №2–2003. – С. 2 – 3.
2. Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля. Організація дорожнього руху. Підручник. Книга IV. – Київ, 2007. – 452 с.
3. Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. Учебное пособие. – Московский государственный университет экономики, статистики и информатики – М., 2001. – 67 с.
4. Дума І.М. Координація перевезень автобусним транспортом з іншими видами в міжнародному сполученні: дис... канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» Дума І.М. – К., 1997. – 167с.
5. Шаров М.И. Совершенствование метода оценки транспортного спроса на перевозки городским пассажирским транспортом: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10. «Эксплуатация автомобильного транспорта» М.И. Шаров. – И., 2008. – 19с.
6. Гридасов Н.А. Учет, анализ и прогнозирование пассажиропотока дальнего сообщения: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.22.08 «Эксплуатация железных дорог» Н.А. Гридасов. – М., 1975. – 25с.

7. Санько Я.В. Довгострокове прогнозування обсягів перевезень пасажирів трамваєм з урахуванням впливу зовнішнього середовища: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» Я.В.Санько; Х. – 2010. – 24с.

#### Аннотация

В статье раскрыты основные методы прогнозирования объемов пассажирских перевозок, что способствует повышению эффективности использования современной сформированной транспортной инфраструктуры города.

Ключевые слова: объём перевозок, прогнозирование, пассажирооборот, пассажирский транспорт, корреспонденция, математическая модель.

#### Annotation

The basic methods of prognostication of volumes of passenger transportations are exposed in the article, that is instrumental in the increase of efficiency of the use of the modern formed transport infrastructure of city.

Key words: traffic volume, prediction, passenger traffic, passenger transport, correspondence, mathematical model.