

Біліченко В. В.  
Цимбал С. В.  
Свершок А.В.

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА У ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Напрямок моделювання орієнтований на вдосконалення процесу регулювання логістичних систем міського пасажирського транспорту і є перспективним з огляду на інтереси елементів системи та оптимізацію витрат автотранспортного підприємства та користувачів транспортних послуг.

**Ключові слова:** моделювання; транспортний логістичний процес; діяльність автотранспортного підприємства; транспорт; система міського пасажирського транспорту.

### Abstract

The direction of modeling is focused on improving the process of regulation of logistics systems of urban passenger transport and is perspective regarding the interests of system elements and costs optimization of the transport company and users of transport services.

**Keywords:** modeling; transport logistic process; activity of the transport company; transport; urban passenger transport system.

### Вступ

Автотранспортне підприємство як комерційне підприємство здійснює свою діяльність у системі міського пасажирського транспорту з метою отримання прибутку. Саме у цьому полягає соціальна значимість діяльності. В ситуації обмеженості ринку послуг неможливо повністю реалізувати принципи ринкової економіки, оскільки регулювання рівня тарифів (рентабельності) звужує можливості підприємства з диверсифікації своєї діяльності.

### Основна частина

Розглянемо модель оптимального регулювання діяльності автотранспортного підприємства за відомих вихідних даних.

Нехай транспортне підприємство має у своєму розпорядженні умовні одиниці транспортних засобів для обслуговування всієї маршрутної мережі. Функцію витрат транспортного підприємства  $Z_{АТП}(x)$  можна представляти у класичному вигляді:

$$Z_{АТП}(x) = C_{АТП}^0 + C_{АТП}^1 x, \quad (1.1)$$

де  $C_{АТП}^0$  - постійні витрати;

$C_{АТП}^1$  - витрати, що припадають на утримання одиниці транспортного засобу;

$C_{АТП}^1 x$  - змінна складова витрат.

Позначимо  $y$  - кількість пасажирів, що обслуговуються в маршрутній мережі;

Тоді можемо припустити, що кількість пасажирів, що обслуговуються, обмежена, тобто  $y \in [y_{\max}, y_{\min}]$ .

В такому випадку, цільова функція визначення оптимальної кількості транспортних засобів  $x$  має вид:

$$P(x) = P_{АТП}(x) - (Z_{ІП}(x) + Z_{АТП}(x)) - \max, \quad (1.2)$$

$$y = y_0 + \sqrt{y_1 x}, \quad (1.3)$$

$$x_{min} < x < x_{max} \quad (1.4)$$

$$y_{min} \leq y \leq y_{max} \quad (1.5)$$

Розглядаючи завдання визначення оптимальної кількості транспортних засобів як модель з трьома суб'єктами (пасажир, АТП та органи місцевої влади), можна зробити такий висновок:

- 1) мета пасажирів - мінімізація  $Z_{II}(x)$  - функція витрат пасажирів в дорозі при функціонуванні в мережі  $x$  транспортних засобів;
- 2) мета муніципалітету - регулювання тарифу на перевезення через граничну норму рентабельності  $R_{підпр}^{АТП}$ ;
- 3) мета транспортного підприємства - максимізація прибутку підприємства  $P_{АТП}(x)$  з допомогою оптимізації використання.  $P_{АТП}(x)$  - зростаюча (опукла вгору) функція доходів транспортного підприємства при роботі на маршрутній мережі  $x$  транспортних засобів.

Досить консервативним учасником моделі є органи місцевої влади через тимчасову складність розробки та впровадження нормативно-правових актів. Встановлюючи  $R_{підпр}^{АТП}$  певний період, муніципалітет формує регульований ринок пасажирських перевезень. При цьому додаткові умови до вимог безпеки транспортних засобів, екології, якості перевезень, комфортності та інших показників визначають умови доступу перевізників на ринок.

Пасажири, зацікавлені у знятті часу на поїздку, зазвичай мало розрізняють якісні показники перевезень. У зв'язку з цим слід зазначити, що для пасажирів існує інтервал допустимих витрат на поїздку  $[t_{max}; t_{min}]$ . При цьому пасажиропотік  $y_{max}$  досягається при  $t_{min}$ , а пасажиропотік  $y_{min}$  при  $t_{max}$ .

АТП збільшує свій прибуток за рахунок збільшення числа транспортних засобів у маршрутній мережі за позитивного темпу зростання пасажиропотоку. При цьому обмеженість пасажиропотоку визначає верхню межу беззбитковості діяльності АТП залежно від кількості транспортних засобів.

Обмеження, що задає цю умову, має вигляд:

$$P_{АТП}(x) \leq (1 + R_{підпр}^{АТП}) \cdot Z_{АТП}(x) \quad (1.6)$$

Варіант графічної інтерпретації представлених співвідношень наведено на рисунку 1.

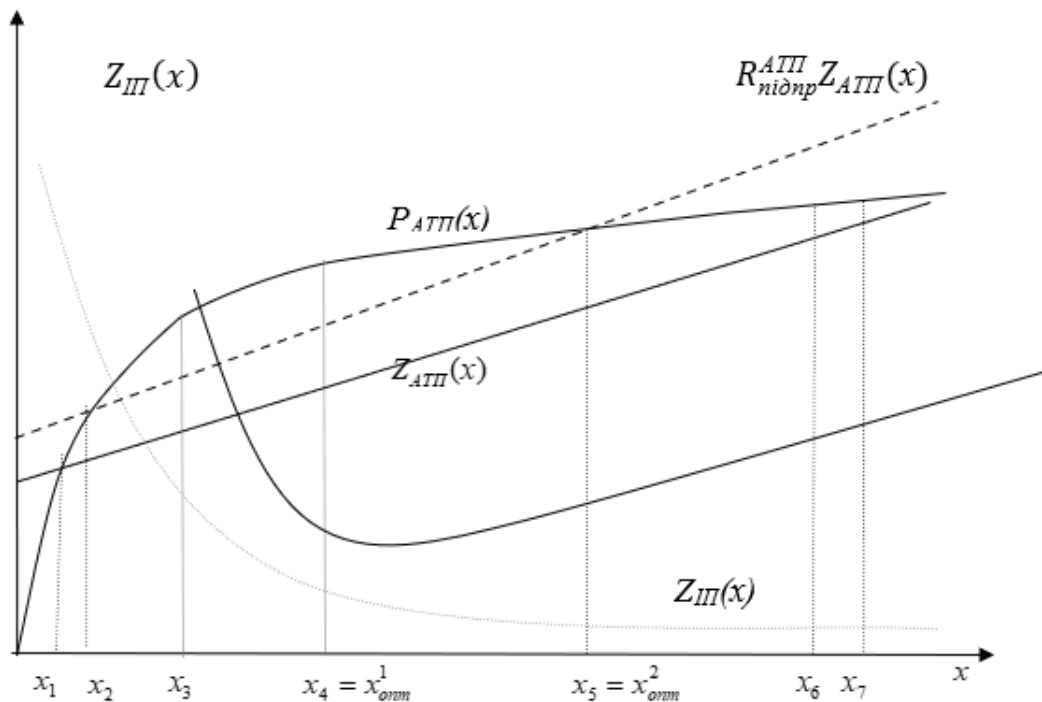


Рисунок 1 – Графічна інтерпретація співвідношень 1.2 – 1.5

де  $[x_1; x_7]$  - інтервал беззбитковості АТП без урахування  $Z_{\text{ІП}}(x)$ ;  
 $[x_1; x_2]$  та  $[x_5; x_7]$  - інтервал допустимої рентабельності АТП з урахуванням умов (1.4), без урахування витрат  $Z_{\text{ІП}}(x)$ ;

$[x_3; x_6]$  - інтервал беззбитковості АТП з урахуванням  $Z_{\text{ІП}}(x)$ ;

$[x_5; x_6]$  - інтервал беззбитковості АТП з урахуванням  $Z_{\text{ІП}}(x)$  та умови (1.4);

$x_4 = x_{\text{opt}}^1$  - оптимальна кількість транспортних засобів без урахування умови (1.4);

$x_5 = x_{\text{opt}}^2$  - оптимальне число транспортних засобів з урахуванням умови (1.4).

Таким чином, обмеження 1.3 – 1.5 можна перетворити, а з 1.3 можна отримати:

$$x = \frac{(y - y_0)^2}{y_1}$$

Визначимо  $\bar{x} = \max \left\{ x_{\min}, \frac{(y_{\min} - y_0)}{y_1} \right\}$ ,  $\underline{x} = \min \left\{ x_{\max}, \frac{(y_{\max} - y_0)}{y_1} \right\}$ , тоді замість 1.3 – 1.5 можна записати умову:

$$\underline{x} \leq x \leq \bar{x}. \quad (1.7)$$

1. Автотранспортне підприємство формує політику максимізації прибутку при виконанні умов, що пред'являються до якості перевезень, тобто реалізує свою «виробничу» діяльність з кількістю транспортних засобів у кількості  $x_{\text{opt}}^1$ . Якщо нормативна рентабельність діяльності  $R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}}$ , встановлена муніципальними органами визначається як  $y$ , то регулювати тарифи на перевезення не потрібно. У разі коли  $R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}}$  перевищується визначеними показниками АТП, то виникає проблема для АТП щодо приховування даного факту (тіньова економіка, приховування доходів, перебільшення доходів тощо). Доказ такого становища вимагає від державної влади та регулюючого органу прийняття рішення щодо зменшення тарифів на перевезення.

2. Муніципальне підприємство, формуючи та регулюючи величину  $R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}}$ , забезпечує умови зростання ринку пасажирських перевезень. При цьому рівень тарифу і  $R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}}$  повинен забезпечувати привабливість даного сегменту ринку для капіталовкладень та інвестицій, міжгалузеву конкурентоспроможність і, як наслідок, зростання якості перевезень. Низький рівень  $R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}}$  призводить до зношування парку транспортних засобів, зниження безпеки перевезень та інших негативних факторів.

Високий рівень  $R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}}$ , з одного боку, з допомогою зростання тарифу знижує привабливість громадського пасажирського транспорту для пасажирів, а з другого боку, дозволяє підвищити вимоги органів державного регулювання якості перевезень з допомогою їх ресурсного забезпечення. У цьому моменті обґрунтована компенсація (підтримка) соціальних перевезень з допомогою державного чи регіонального бюджету стає важливим елементом регулювання діяльності автотранспортного підприємства. У частині забезпечення антикорупційних (антитіньових) дій муніципальних органів у регулюванні діяльності АТП можна відзначити забезпечення прозорості пасажиропотоків, оцінку та встановлення обґрунтованого тарифу на перевезення, спрямоване на прийняття АТП плану  $x = x_{\text{opt}}^1$ :

$$P_{\text{АТП}}(x_{\text{opt}}^1) = R_{\text{підпр}}^{\text{АТП}} Z_{\text{АТП}}(x_{\text{opt}}^1), \quad (1.8)$$

тобто число автотранспортних засобів, які забезпечують перевезення, встановлено лише на рівні граничної рентабельності, прийнятому муніципальними органами.

3. Пасажири як основні суб'єкти, що забезпечують діяльність підприємства автомобільного транспорту, зацікавлені в перевезеннях, у тому числі у скороченні часу, що витрачається на поїздку. З огляду на це обмеження можна встановити граничні межі обсягу пасажиропотоку, який залежно від кількості транспортних засобів  $x$  може визначити політику АТП. Якщо  $[\underline{x}; \bar{x}] \cap [x_1; x_7] \neq \emptyset$ , то є оптимальні рішення (стратегії) для АТП і пасажирів. При цьому для пасажирів вигідно, щоб  $x_{\text{opt}}^1$  було близько до  $x_1$  оскільки це рішення забезпечує менші втрати часу пасажирів.

У іншому випадку,  $x_{\text{опт}}^1$ , близьке до  $x_1$  менш стійке для АТП, так як великі втрати часу пасажиром можуть призвести до зменшення пасажиропотоку.

Кількісні дослідження представленої моделі дозволяють сформулювати збалансовану політику поведінки автотранспортного підприємства, муніципальних органів у забезпеченні пасажирських перевезень міста.

### Висновки

Діяльність операторів пасажирських перевезень спрямовано на отримання прибутку. Однак це може суперечити соціальній спрямованості усій мережі міського громадського транспорту. Тому необхідно забезпечити гарантоване надання транспортних послуг населенню. З урахуванням інтересів автотранспортних підприємств, органів муніципального управління та пасажирів розроблено модель визначення оптимальної кількості рухомого складу на маршрутній мережі, яка базується на логістичній концепції оптимізації сукупних витрат логістичної системи, з урахуванням інтересів та вимог пасажирів, мінімізуючи їх тимчасові витрати на очікування транспортних засобів. Визначений державними органами регулювання граничний рівень рентабельності стимулює розвиток ринку пасажирських перевезень.

При розрахунку витрат часу громадян береться до уваги середня величина очікування на зупинному комплексі заданої маршрутної мережі. При цьому допускається, що час, який витрачає пасажир на пересування у транспортному засобі, не змінюється залежно від кількості рухомого складу, а також можна знехтувати зміною швидкості руху міського пасажирського транспорту. Загальний час, витрачений на поїздку, що включає очікування та час у дорозі, матиме різну величину, залежно від витрат часу пасажирів на зупинці.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горяїнов О.М. Вплив техніко-експлуатаційних показників роботи автотранспорту на ефективність логістичної системи/ О.М. Горяїнов – К.: Національний транспортний університет, 2004. – 17 с.
2. Дмитриченко В.Ф. Транспортні технології в системах логістики./ В.Ф. Дмитриченко – К.: «Хай-Тек Пресс», 2008. – 320 с.
3. Кучерук Г.Ю. Якість транспортних послуг: управління, розвиток та ефективність: Монографія. / Г.Ю. Кучерук. – К.: ДЕДУТ, 2011. – 208 с.
4. Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії. / Є.В. Крикавський – Львів: «Інтелект-Захід», 2006 – 456 с.
5. Харрісон Алан. Управління логістикою: Розробка стратегій логістичних операцій./ Алан Харрісон, Хоук Ремко Ван. - [пер. с англ.]. – [за наук. ред. О.Є. Міхейцева]. – Дніпропетровськ: Баланс Бізнес Букс, 2007. – 368 с.

**Біліченко Віктор Вікторович** – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, академік транспортної академії України, ректор Вінницького національного технічного університету

**Цимбал Сергій Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету

**Свершок Антон Васильович** – аспірант кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент», Факультет машинобудування та транспорту (ФМТ), Вінницький національний технічний університет, Вінниця, [1at.13b.svershok@gmail.com](mailto:1at.13b.svershok@gmail.com)

**Bilichenko Viktor V.** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Academician of the Transport Academy of Ukraine, Rector of Vinnytsia National Technical University

**Tsybalyuk Serhiy V.** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor and Head of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University

**Svershok Anton V.** - Postgraduate Student, Department of Automobiles and Transport Management, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia