

Optimization of the rolling stock structure of the motor plant in the food company

Tetiana Gorlova

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Keywords:

Motor
Transport
Optimization
Modelling

Article history:

Received 15.11.2013
Received in revised form
19.12.2013
Accepted 28.02.2014

Corresponding author:

Tetiana Gorlova
E-mail:
Gorlova.tetiana@gmail.com

Abstract

Introduction. At permanently-changing demand for any given type of traffic is a problem of adaptation of the structure of the rolling stock transport department of food enterprise to the external dynamic environment which are characterized the variation in the transport needs of various types, as well as the requirements of industrial and technological base, costs fossil fuels, energy, vehicles and equipments and so on.

Materials and methods. We use materials relating to the activities of ATP: analytical, mathematical and applied methods. First, identifies goals that should be achieved then outlines ways to implement them, and then - more detailed ways and means. After that a specific program to achieve results is being consistent.

Results and discussion. To develop improvement of the functioning of motor transport enterprise there are developed mathematical model and algorithm for structure optimization of rolling stock company to increase its competitiveness. There are proposed measures of the functioning improvement of the trucking companies. The methodology that is used allows to obtain adequate model business functions and use them to find patterns of strategies to improve the activities motor transport enterprise. Formation of a rational structure motor transport enterprise comes down to solving this problem by means of program-target method which consists of:

- formation of the general structural scheme of the system and its main characteristics (stage of composition);
- development of the units and the main connections between them (step structuring);
- development of the quantitative characteristics of the structure (rolling stock), establish procedures for its activities (regulations phase).

Conclusion. The models used by business functions to create a strategy to improve the activities of transport enterprise.

Оптимізація структури рухомого складу автотранспортного цеху харчового підприємства

Тетяна Горлова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Розвиток галузей економіки держави залежить від ефективності організації транспортної роботи, що полягає в перевезенні вантажів і пасажирів. В умовах постійно мінливого попиту на виконання того чи іншого виду перевезень виникає проблема адаптації структури рухомого складу автотранспортного цеху харчового підприємства до зовнішніх динамічних умов, які характеризуються варіацією потреб у перевезеннях різного виду, а також вимогам до виробничо-технічної бази, вартості паливно-мастильних матеріалів, енергоносіїв, автотранспортних засобів і обладнань тощо.

На сучасному етапі потужні підприємства хлібопекарської та молочної промисловості, з виробництва напоїв та алкогольної продукції створюють або розширюють власні автотранспортні цехи.

В роботі проведено дослідження діяльності автотранспортних цехів, сформовані задачі вибору оптимального їх рухомого складу, розроблено математичну модель, що дозволяє оптимізувати процес оновлення рухомого складу підприємства.

Матеріали і методи

В роботі застосовано матеріали, що стосуються діяльності автотранспортних цехів харчових підприємств, аналітичні, математичні і прикладні методи.

Різноманітність видів та обсягів перевезень зумовлює використання відповідних типів і кількості рухомого складу автотранспортного цеху харчового підприємства, що забезпечують у заданих умовах експлуатації виконання максимального обсягу перевезень з мінімальними витратами.

Предметом дослідження є автотранспортний цех харчового підприємства, яке займається перевезенням пасажирів та вантажів та структура його рухомого складу. Підвищення ефективності роботи автотранспортного цеху харчового підприємства, яка визначається його здатністю здійснювати транспортну роботу з мінімальними витратами є головною метою керівництва підприємства [1-4].

Вирішення завдань забезпечення ефективного функціонування автотранспортного цеху харчового підприємства на сучасному етапі може бути успішно реалізоване тільки на основі використання сучасних наукоємних інформаційних технологій, в основу яких покладено досягнення вітчизняних і зарубіжних вчених [2-4, 5,7]. Існуючі в даний час підходи до оптимізації структури рухомого складу автотранспортного цеху харчового підприємства не володіють достатньою гнучкістю по відношенню до зовнішніх умов, що змінюються. Програмно-цільове планування – це один з видів планування, в основі якого лежить

орієнтація діяльності на досягнення поставлених цілей [4, 6, 7-8]. При цьому визначається система заходів щодо реалізації цілей, яка називається цільовою комплексною програмою. Тобто програмно-цільовий метод планування «активний» і дозволяє не тільки спостерігати ситуацію, але й впливати на її наслідки.

Результати та обговорення

Постановка цілей при програмно-цільовому методі планування являє собою формування «дерева цілей». Потім у відповідності з ним визначається система заходів щодо реалізації цілей, яка називається цільовою комплексною програмою. Для її виконання будується спеціальна система управління, яка доводить завдання програми до конкретних виконавців і контролює їх виконання. Таким чином, організаційна структура цієї системи визначається «деревом цілей», складом виконавців і змістом програми.

Можна виділити ще один елемент програмно-цільового планування – структуру системи, включаючи рухомий склад. Її побудова – це, по суті, і є підстава, на якій базується виконання програми.

Тобто формування раціональної структури автотранспортного цеху харчового підприємства зводиться до вирішення цієї проблеми засобами програмно-цільового методу. Розглянемо його основні стадії:

- формування загальної структурної схеми системи та її головних характеристик (стадія композиції);
- розробка складу підрозділів і основних зв'язків між ними (стадія структуризації);
- розробка кількісних характеристик структури організації (рухомий склад), встановлення порядку його діяльності (стадія регламентації).

Експериментальне дослідження проводилося у два етапи. Для розв'язку проблеми оптимізації структури рухомого складу АТП на першому етапі проводиться дослідження діяльності підприємства, збір та первинна обробка даних про роботу автотранспортного цеху харчового підприємства [3].

На другому етапі будується математична модель і формуються заходи щодо вдосконалення функціонування автотранспортного цеху харчового підприємства.

Сукупність цільових функцій може бути представлена у вигляді:

$$F = \{F_1, F_2, \dots, F_n\}, \quad (1)$$

де - F_i - вартість одиниці транспортної операції i -ї групи транспортних засобів, n – кількість груп.

На рис. 1 представлена схема взаємозв'язку показників ефективності АТП із структурою рухомого складу.

Вектор варійованих параметрів системи складають групи транспортних засобів:

$$N_{ATC} = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}, \quad (2)$$

де N_i - кількість транспортних засобів i -ї групі.

Вектор зовнішніх збурень характеризує транспортну роботу, виконувану АТП:

$$\Delta L_i = \{\Delta L_1, \Delta L_2, \dots, \Delta L_n\}, \quad (3)$$

де ΔL_i – транспортна робота i -ї групи транспортних засобів.

Вектор фіксованих внутрішніх параметрів становлять витрати на утримання РС

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad (4)$$

де a_i – витрати на утримання i -ї групи транспортних засобів (витрати на паливо і мастильні матеріали для автомобілів; технічне обслуговування та ремонт рухомого складу; автомобільні шини; амортизація рухомого складу; заробітна плата водіїв).

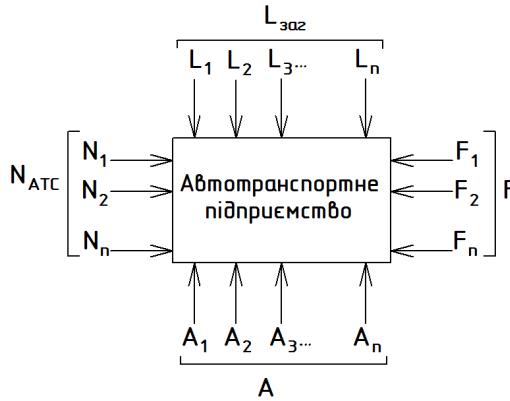


Рис. 1. Схема взаємозв'язку показників ефективності АТП із структурою рухомого складу

$N_{АТС}$ – кількість автомобілів в АТП;

$L_{заг}$ – транспортна робота, що виконується АТП;

F – вартість одиниці транспортної операції;

A – витрати на утримання РС.

Показником, що характеризує ефективність функціонування АТП, є вартість одиниці транспортної операції (5):

$$F = \frac{Z_{заг}}{L_{заг}} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{L_{заг}} \quad (5)$$

де

- $Z_{заг}$ – загальнопаркові витрати;

- $L_{заг}$ – транспортна робота, що виконується АТП;

- Z_i – витрати на експлуатацію i -ї групи транспортних засобів.

Частка витрат i -ї групи РС у загальних витратах описується у вигляді (6)

$$f_i = \frac{Z_i}{L_{заг}} \quad (6)$$

Витрати на експлуатацію i -ї групи РС мають наступний вигляд:

$$\begin{aligned} Z_i = & N_{ATCi} \cdot k_B \cdot C_{1i}^{np} \cdot \Phi_{np} + N_{ATCi} \cdot k_B \cdot C_{1KM i}^x \cdot L_{xi} + N_{ATCi} \cdot k_B \cdot C_{1TKM i}^x \cdot Q_i \cdot L_{ri} + \\ & + N_{ATCi} \cdot 0,01 H_{si} \cdot L_{xi} \cdot (1 + 0,01D) + Z_{cmi}^{Lx} + Z_{cmi}^{Lr} + \\ & N_{ATCi} \cdot 0,01 (H_{si} \cdot L_{ri} + H_{wi} \cdot Q_i \cdot L_{ri}) (1 + 0,01D) + \\ & + N_{ATCi} \cdot n_{ши} \cdot H_{расхши} \cdot (L_{xi} + L_{ri}) + N_{ATCi} \cdot Z_{303Pi}^{30} \cdot (L_{xi} + L_{ri}) + H_{ai} \cdot N_{ATCi} \cdot S_i + H_{ai} \cdot N_{ATCi} \cdot S_i \end{aligned} \quad (7)$$

де

- N_{ATCi} - кількість автомобілів i -ї групи;
- a_i — фіксований внутрішній параметр i -ї групи;
- k_B - коефіцієнт відношення водіїв на один автомобіль;
- C_{1i}^{np} - годинна тарифна ставка водія при простой i -го автомобіля;
- Φ_{np} - річний фонд часу простою автомобіля;
- $C_{1x1KM i}$ - вартість одного кілометра при холостому пробігу i -го автомобіля;
- L_{xi} - холостий пробіг i -го автомобіля;
- Q_i - вантажопідйомність i -го автомобіля;
- L_{ri} - навантажений пробіг S автомобіля, S_i - вартість i -го автомобіля;
- $C_{1xTKM i}$ - годинна тарифна ставка водія при перевезенні вантажу i -го автомобіля;
- H_{si} - базова норма витрати палива i -го автомобіля;
- D – надбавка до витрати палива, що враховує умови експлуатації ;
- H_{wi} - витрата палива i -го автомобіля при виконанні транспортної роботи ;
- P_{cmi} - норма витрати мастильних матеріалів i -го автомобіля;
- $n_{ши}$ - кількість шин i -го автомобіля;
- $H_{расхши}$ - норма витрати шин i -го автомобіля;
- H_{ai} - норма амортизації i -го автомобіля.

З аналізу виразу (7) видно, що кожне з доданків містить кількість автомобілів в i -ї групі. З урахуванням цього вираз (7) можна представити як

$$Z_i = N_{ATCi} \cdot a_i \quad (8)$$

де a_i - витрати на один автомобіль i -ї групи.

При формуванні математичної моделі a_i , приймається незмінним.

Загальнопарковий пробіг можна представити у вигляді (9):

$$L_{заг} = \sum_{i=1}^n L_i \quad (9)$$

де L_i - транспортна робота, виконувана i -ю групою РС.

З урахуванням виразів (5) - (9) цільова функція оптимізації структури РС АТП буде мати вигляд (10):

$$F = \frac{\sum_{j=1}^n N_{ATC_{uj}} \cdot a_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \rightarrow \min; \quad N_{ATC_i} \geq 0; \quad a_i = const, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n L_i \rightarrow \max; \quad i = 1, \dots, n.$$

де L_i – транспортна робота, що виконується i -ю групою рухомого складу.

Важливим етапом вирішення завдання дослідження є оптимізація цільової функції. Для її вирішення доцільно використовувати метод оптимізації за чутливістю.

Реалізація методу оптимізації за чутливістю передбачає визначення функції чутливості АТП і процедури оптимізації.

Для цього робиться розкладання цільової функції в ряд Тейлора в рядок деякої «базової» точки $F_0 \{f_{10}, f_{20}, \dots, f_{n0}\}$:

$$F = F_0 + \Delta f_1 + \Delta f_2 + \dots + \Delta f_n, \quad (11)$$

де F_0 - базова вартість одиниці транспортної операції,

Δf_i - зміна частки витрат i -ї групи РС в загальних витратах.

Відносно збільшення вартості транспортної операції і розділивши його на F_0 , описується формулою (12):

$$\Theta = \frac{\Delta F}{F_0} = \frac{F - F_0}{F_0} = \frac{\Delta f_1}{F_0} + \frac{\Delta f_2}{F_0} + \dots + \frac{\Delta f_n}{F_0} \quad (12)$$

Після перетворення виразу (12) отримано вираз для оптимізації за чутливістю:

$$\Theta = \frac{\Delta f_1}{f_{10}} \cdot \frac{f_{10}}{F_0} + \frac{\Delta f_2}{f_{20}} \cdot \frac{f_{20}}{F_0} + \dots + \frac{\Delta f_n}{f_{n0}} \cdot \frac{f_{n0}}{F_0} = a_1 \cdot \varphi_1 + \dots + a_2 \cdot \varphi_2 + \dots + a_n \cdot \varphi_n \quad (13)$$

де

f_{i0} – базова частка витрат i -ї групи рухомого складу в загальних витратах;

a_i – коефіцієнт, який враховує зміну i -го показника на ефективність;

j_i – відносна зміна варійованого параметру.

Функція чутливості дозволяє формувати структуру РС АТП шляхом визначення вагомості компонент рівняння регресії.

На другому етапі обробки результатів використовуються методи регресійного аналізу.

Однак процедура побудови математичних моделей в даному випадку має ряд особливостей.

По-перше, бізнес-функції реальних підприємств, як правило, описуються великою кількістю чинників. По-друге, чинники часто не є незалежними. У зв'язку з цим класичні методи регресійного аналізу стають непридатними, з причини великих

похибок моделей. Все це призводить до необхідності використання методів стиснення вихідної інформації [8].

Для побудови моделі функціонування АТП необхідно піддати вихідні дані стисненню для скорочення розмірності простору ознак, що описують підприємство. Стиснення зводиться до перетворення вихідного простору X в інший простір Y , в якому можна вибрати підмножину, як правило, латентних (які не спостерігаються) змінних меншої розмірності $L < P$, що не викликають істотної втрати інформації.

У роботі для стиснення використаний метод головних компонент. Результатом пошуку головних компонент є встановлення коефіцієнтів регресії і побудова рівняння регресії на головних компонентах. Перетворені таким чином моделі дозволяють проводити оптимізацію структури рухомого складу автотранспортного цеху харчового підприємства [7].

Висновки

Алгоритм формування оптимальної розмірності і структури автотранспортного цеху харчового підприємства:

- визначення векторів вхідних даних;
- визначення матриць вихідних даних;
- нормування та центрування даних;
- отримання дисперсій та середніх квадратичних відхилень ознак;
- розрахунок та формування матриці парних коефіцієнтів кореляції;
- отримання матриці власних значень і матриці власних векторів;
- отримання матриці індивідуальних значень головних компонент;
- аналіз даних методом Парето-Лоренца;
- попереднє формування оптимальної структури парку;
- порівняння з обмеженнями (якщо «ні» – коригування структури парку, якщо «так» – видача результатів);
- отримання результатів.

Використання розробленого алгоритму оптимізації структури рухомого складу в практиці діяльності автотранспортного цеху харчового підприємства дозволить знизити вартість одиниці транспортної операції, що призведе до скорочення витрат на експлуатацію рухомого складу.

Література

1. Wei-Bin Zhang. Mathematical Models in Economics in press Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2007. – Режим доступу: <http://supernet.isenberg.umass.edu/articles/EOLSS.pdf>
2. Holme P., Kim B. J., Yoon C. N., and Han S. K. Attack Vulnerability of Complex Networks / Phys. Rev. 2002. - E **65**, Article No. 056109.
3. Jenelius E., Petersen T., and Mattsson L. Importance and Exposure in Road Network Vulnerability Analysis / Transportation Research. 2006. – 40. - Pp. 537-560.
4. Optimization of a city logistics transportation system with mixed passengers and goods. – Режим доступу: http://www.emn.fr/z-auto/lehuede/articles/MUTP_EMN_WORKING_PAPER_131AUTO.pdf

5. Анненков А.В. Стабильная работа автопредприятия /А.В. Анненков// Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2004. -№10. - С. 18-23.
6. Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика /В.А. Колемаев, - М.: ИИФРА-М, 2001, - 302 с.
7. Любимов И.И. К вопросу повышения эффективности функционирования автотранспортного предприятия с использованием программноцелевого планирования и выбора рациональной структуры парка / Н.З. Султанов, Г.К. Ныров, И.И.Любимов // Вестник Оренбургского государственного университета: – 2006. – № 10. – Часть 2. - с. 422 - 428.
8. Рихтер К.Ю. Статистические методы в транспортных исследованиях /К.Ю. Рихтер, -М.: Транспорт, 2002, - 72 с.

References

1. Wei-Bin Zhang (2007), *Mathematical Models in Economics in press Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)*, available at: <http://supernet.isenberg.umass.edu/articles/EOLSS.pdf>
2. Holme P., Kim B. J., Yoon C. N., and Han S. K. (2002), Attack Vulnerability of Complex Networks, *Phys. Rev. E* **65**, Article No. 056109.
3. Jenelius E., Petersen T., and Mattsson L. (2006), “Importance and Exposure in Road Network Vulnerability Analysis, *Transportation Research, A* **40**, 537-560.
4. (2013), Optimization of a city logistics transportation system with mixed passengers and goods, available at: http://www.emn.fr/zauto/lehuede/articles/MUTP_EMN_WORKING_PAPER_131AUTO.pdf
5. Annenkov A.V. (2004), *Stabil'naya rabota avtopredpriyatiya, Gruzovoe i passazhirskoe avtokhozyaystvo*, **10**, pp. 18-23.
6. Kolemaev V.A. (2001), *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika*, Moscow.
7. Sultanov N.Z., Nyrov G.K., Lyubimov I.I. (2006), K voprosu povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya avtotransportnogo predpriyatiya s ispol'zovaniem programmnotselevogo planirovaniya i vybora ratsional'noy struktury parka, *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, **10(2)**, pp. 422 - 428.
8. Rikhter K.Yu (2002), *Statisticheskie metody v transportnikh issledovaniyakh, Transport, Moscow*.