УДК 339.142.055

М.В. Бабій канд. техн. наук, В.І. Денисюк
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ НАЙПРОСТІШИХ ТРЕНДІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ТОВАРОПОТОКУ АВТОПЕРЕВЕЗЕНЬ НА НАСТУПНИЙ РІК

M.V. Babii Ph.D., V.I. Denysiuk

APPLICATION OF ELEMENTARY EMPIRICAL FORMULAS FOR GOODS FLOW PROGNOSTICATION FOR AUTO TRANSPORTATION FOR NEXT YEAR

Складаючи плани роботи на наступний рік, наприклад для автоперевізного підприємства, часто необхідно знати об’єми товаропотоків, які будуть транспортуватися [1, 2]. Якщо достеменних даних немає, але є статистика об’ємів товаропотоків за кілька минулих років, то, використовуючи різні математичні методи, з високою ймовірністю можна спрогнозувати об’єм товаропотоку на наступний рік.

Суть таких методів полягає в тому, що виявляється закономірність, яка діє усередині даного тимчасового ряду, і ця закономірність екстраполюється (тобто розповсюджується) на період прогнозу. Проте, слід пам'ятати, що співвідношення довжини передпрогнозного періоду і періоду прогнозу повинно бути не менше ніж 3:1.

Закономірність, що діє усередині тимчасового ряду, знаходиться у вигляді залежності $y = f(t)$, яка називається емпіричною формулою або трендом. Завдання побудови тренда складається з двох етапів: структурна ідентифікація формули, параметрична ідентифікація формули.

Далі послідовно розглядаються обидва етапи. Перед побудовою тренда визначають, в класі яких функцій слід шукати наближення. З цією метою на координатній площині змінних (*t, y)* зображають точки з координатами $(1, y_1)$ $(2, y_2)$, …, (k, y_k). Порівняння точкового графіка з різними кривими, графіки яких відомі, дає підказку на можливий вигляд тренда.

Друга частина завдання про побудову тренда – визначення чисельних значень, які входять у формулу параметрів. Зазвичай для цього використовують метод найменших квадратів. Він полягає в такому виборі коефіцієнтів емпіричної функції, при якому сума квадратів всіх відхилень значень функції від дійсних даних мінімальна.

Нехай тренд задається формулою

$$y = f(t, a_0, ..., a_m), \quad m < k, \tag{1}$$

де m – кількість параметрів емпіричної формули (тренда), k – кількість відомих значень тимчасового ряду. Величини

$$\varepsilon_i = f(i, a_0, a_1, ..., a_m) - y_i, \quad i = 1, 2, ..., k \tag{2}$$

задають відхилення тренда від даних тимчасового ряду. Найкращими параметрами тренда приймаються ті, для яких сума

$$S(a_0, a_1, ..., a_m) = \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{k} [f(i, a_0, ..., a_m) - y_i]^2 \tag{3}$$

буде найменшою. Для того щоб визначити мінімум функції $S(a_0, ..., a_m)$, слід знайти її часткові похідні за параметрами $a_0, ..., a_m$ і прирівняти їх до нуля. З цієї умови виходить система рівнянь

$$\begin{cases} \dfrac{\partial S}{\partial a_0} = 2\sum\limits_{i=1}^{k}\left[f\left(i,a_0,\ldots,a_m\right)-y_i\right]\cdot\dfrac{\partial f}{\partial a_0}=0, \\ \dfrac{\partial S}{\partial a_m} = 2\sum\limits_{i=1}^{k}\left[f\left(i,a_0,\ldots,a_m\right)-y_i\right]\cdot\dfrac{\partial f}{\partial a_m}=0. \end{cases} \quad (4)$$

Для лінійного тренду $y = a_0 + a_1 t$ дана система має вигляд

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \dfrac{k(k+1)}{2} = \sum\limits_{i=1}^{k} y_i, \\ a_0 \dfrac{k(k+1)}{2} + a_1 \dfrac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum\limits_{i=1}^{k} i y_i. \end{cases} \quad (5)$$

Це система лінійних алгебраїчних рівнянь відносно невідомих a_0 і a_1. Визначник її завжди буде відмінний від нуля, тому коефіцієнти a_0 і a_1 визначаються однозначно.

Підставляємо числові значення в (5), отримуємо систему рівнянь, розв'язок якої дозволить знайти шукані коефіцієнти a_0 і a_1. Опускаючи проміжні викладки, для конкретних об'ємів товаропотоку за знайденими коефіцієнтами було записано рівняння лінійного тренду, яке має вигляд

$$y = 10{,}422t - 1{,}103. \quad (6)$$

Дослідження проводимо, застосовуючи отриману залежність (6) для 7-го року, для якого буде спрогнозований товаропотік. Результат покажемо у вигляді графіка, рис.1.

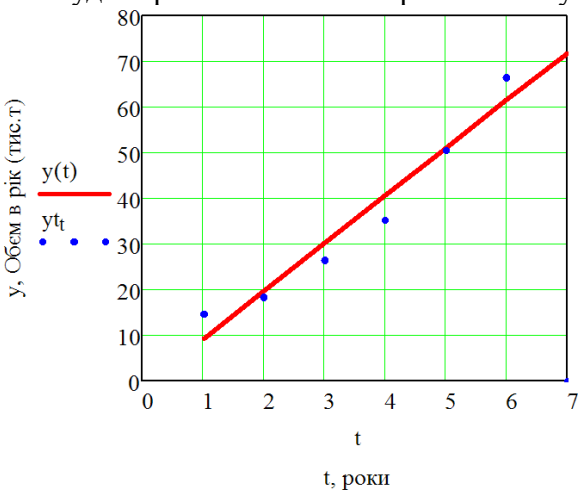

Рисунок 1. Лінійний тренд

Фактичне прогнозоване значення матеріального потоку на 7-й рік становитиме $y_7 = 71{,}85$ тис.т.

Висновок. Аналізуючи значення фактичного числового ряду (на графіку позначено крапками), видно, що лінійний тренд (суцільна лінія) збереже тенденцію збільшення товаропотоку в 7-му році, але тут можна констатувати, що його точність є недуже високою. Для підвищення точності прогнозу слід побудувати кілька трендів, використовуючи степеневі функції, та за оцінкою їх точності – вибрати найбільш близький до заданого числового ряду.

Література

1. Попович П.В. Аналіз ринку автотранспортних перевезень України [Текст] / Попович П.В., Шевчук О.С., Бабій М.В., Дзюра В.О. // Вісник машинобудування та транспорту, 2017. Науковий журнал. – ВНТУ, Вінниця : ВНТУ, 2017. – Вип. №2. – С. 124-130.

2. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій [Текст] / М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, А.В. Бабій // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. "Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу". – Харків, 2016. – Вип.169. – С.232-236.