

УДК 656.13.07 (075.8)

Поляков А.П., Антонюк О.П.

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ
ЗАПАСНИХ ЧАСТИН, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ МАТЕРІАЛЬНИХ
ЗАПАСІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Вінницький національний технічний університет,

м. Вінниця, Хмельницьке шосе 95, 21021

UDC 656.13.07 (075.8)

Polyakov A.P., Antonyuk O.P.

**ANALYSIS METHODS OF RATIONAL NUMBER OF SPARE PARTS,
COMPRISING THE INVENTORY TRUCKING COMPANIES**

Vinnitsia National Technical University

Vinnitsia, Khmelnytsky Highway 95, 21021

Даний доклад присвячено науково – практичній проблемі підвищення ефективності роботи автотранспортного підприємства, за рахунок розрахунку раціональної кількості запасних частин.

Ключові слова: прогнозування, запасна частина, номенклатура, ресурс потреба.

This report is devoted to the scientific - practical problem of improving the efficiency of the motor company, by calculating the rational number of replacement parts.

Keywords: forecasting, parts, range, resource requirement.

1. Вступ

На даний час забезпеченню автотранспортних засобів запасними частинами приділяється велика увага. Це пояснюється тим, що створити абсолютно надійний об'єкт неможливо й для підтримки його в працездатному стані завжди потрібні запасні частини, які застосовуються як для усунення

випадкових відмов і заміни деталей, що зносилися так і для деталей, що виробили свій ресурс.

Відомо, що від якості забезпечення автотранспортного підприємства запасними частинами суттєво залежить рівень технічної готовності рухомого складу та тривалість простоїв під час ремонту через відсутність необхідних запасних частин. Ефективне функціонування рухомого складу автотранспортного підприємства можливе лише за умови своєчасного постачання запасних частин. Тому проблема, якій присвячено дану статтю полягає у визначенні методу, застосування якого б дозволило встановити раціональну кількість запасних частин, що потрібні автотранспортному підприємству в заданий момент часу за умови безперебійного відновлення засобів транспорту.

2. Основна частина

Для вирішення сформульованої вище проблеми необхідно розглянути методи, що застосовуються для визначення раціональної кількості запасних частин, що входять до складу матеріальних запасів автотранспортного підприємства та виявити їх переваги та недоліки, встановити можливість їх застосування в умовах сьогодення.

Для визначення раціональної кількості запасних частин на сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних методів. Розглянемо більш детально найбільш застосовувані.

Найбільш поширеним методом для визначення необхідної кількості запасних частин є застосування номенклатурних норм, які встановлюють середню річну необхідну кількість конкретного номенклатурного найменування деталі на 100 автомобілів в рік [1]. В основу даного методу покладено дані по надійності деталей, шляхом:

- застосування наближеної оцінки ресурсу до першої заміни деталі:

$$H_2 = \frac{L_{\Gamma}}{\eta \cdot L_1} 100, \quad (1)$$

де, L_r – середньорічний пробіг автомобіля;

L_1 – ресурс до першої заміни деталі;

η – коефіцієнт відновлення ресурсу;

- визначення середньої кількості замін деталей за термін служби автомобіля:

$$H = \frac{100}{\eta} \cdot \left(\frac{L_r}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right), \quad (2)$$

де, t_a - термін експлуатації автомобіля.

- Додаткового врахування варіації ресурсу деталей. Для деталей, ресурс яких співвідносний з середньорічним пробігом автомобіля L_r середню норму витрати запасних частин доцільно визначати за повний термін експлуатації з врахуванням варіації ресурсу деталі за формулою:

$$H = \frac{100}{t_a} \left[\frac{L_r \cdot t_a - L_1}{\eta \cdot L_1} + 0.5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right], \quad (3)$$

де v - коефіцієнт варіації ресурсу деталі.

З врахуванням формул (1–3) за допомогою номенклатурних норм визначають потребу в запасних частинах великі та середні автотранспортні підприємства, при застосуванні наступної формули:

$$P_{зч} = \frac{H \cdot A}{100} \cdot K_{II} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4)$$

A – наявний марочний парк автомобілів, шт.;

K_{II} - коефіцієнт, що дозволяє врахувати відхилення середньорічного пробігу автомобіля, від пробігу закладеного у відповідну норму;

$K_1 = 1 \dots 1,65$, - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації (п'ять категорій),

$K_2 = 1 \dots 1,3$, - коефіцієнт, що враховує модифікацію та умови роботи автомобіля (вісім модифікацій),

$K_3 = 0,8 \dots 1,4$ - коефіцієнт, що враховує природно – кліматичні умови (сім кліматичних регіонів).

В роботі [2] наводиться методика для визначення поточного запасу запасних частин, згідно з якою необхідна кількість запасних частин визначається за наступною формулою :

$$Z_{II} = \frac{A \cdot N \cdot t_{cp}}{36000}, \quad (5)$$

де, A - кількість автомобілів,

N - норма витрати запасних частин, шт./100 авт. в рік,

t_{cp} - середній інтервал між поставками.

Страховий гарантійний рівень запасу визначається за формулою:

$$Z_{II} = \frac{A \cdot N \cdot \sigma}{36000}, \quad (6)$$

де, σ - середньоквадратичне відхилення інтервалу поставок.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (t_i - t_{cp})^2}{n - 1}}, \quad (7)$$

де, t_i - інтервал між двома сусідніми поставками,

n - кількість поставок за визначений попередній період часу.

Норма запасу розраховується у вигляді максимального Z_{max} і мінімального Z_{min} рівнів :

$$Z_{max} = Z_{II} + Z_{cnp} = \frac{A \cdot N}{36000} (t_{cp} + \sigma), \quad (8)$$

$$Z_{min} = Z_{cnp} = \frac{A \cdot N}{3600} \sigma. \quad (9)$$

Метод визначення запасу автомобільних запасних частин Z_p на складі автотранспортного підприємства, для підтримання імовірності безвідмовної роботи автомобіля на заданому рівня описується залежністю:

$$Z_p \geq \frac{L}{T_0} + X_a \cdot \frac{\delta \cdot \sqrt{L}}{T_0^{3/2}}, \quad (10)$$

де, L – пробіг тис,

T_0 – середній термін служби деталей,

X_a – квантиль нормального розподілу ресурсів;

δ – середньоквадратичне відхилення ресурсу деталі,

У роботі [3] кількість запасних частин необхідних для функціонування одного автомобіля з заданою імовірністю безвідмовної роботи на протязі запланованого періоду часу визначається при застосуванні наступних рівнянь:

$$n = n_2 - n_1, \quad (11)$$

де, n – кількість необхідних запасних частин,

n_2 – кількість необхідних запасних частин в кінці запланованого періоду,

n_1 – кількість необхідних запасних частин на початок планованого періоду.

$$n_2 = \frac{T_2 - \tau \cdot \delta}{\mu}, \quad (12)$$

де, T_2 - напрацювання автомобіля вкінці запланованого періоду,

τ - степінь точності математичних розрахунків,

μ - математичне очікування розподілу ресурсу деталі,

δ - середньоквадратичне відхилення розподілу ресурсу деталі.

$$n_1 = \frac{T_1 - \tau \cdot \delta}{\mu}, \quad (13)$$

де, T_1 – напрацювання автомобіля на початок запланованого періоду

Свого часу автор методики [4] визначив потребу в запасних частинах, провівши разове обстеження груп автомобілів з різним напрацюванням. Автор зібрав та проаналізував данні по відмовам систем та агрегатів автомобілів, визначав параметр потоку замін. При цьому відмова окремого елемента системи автомобіля прирівнювалась до відмови усієї системи автомобіля і всі параметри потоків замін деталей складались в один сумарний параметр потоку замін для всієї системи. При відомій вартості окремих деталей, визначались питомі затрати на запасні частини по агрегатам і системам автомобіля $C_{3ч}^S(L)$ по формулі:

$$C_{3ч}^S(L) = \sum_{J=1}^M C_{3ч..J}^S(L) = \sum_{J=1}^M \omega_J^S(L) \cdot C_J, \quad (14)$$

Для автомобіля в цілому:

$$C_{3ч}^A(L) = \sum_{S=1}^N C_{3ч..J}^S(L) = \sum_{S=1}^N \sum_{J=1}^M \omega_J^S \cdot (L) \cdot C_J, \quad (15)$$

де, $\omega_J^S \cdot (L)$ - параметр потоку замін J – ї деталі, який відноситься до S – му агрегату або системі автомобіля,

C_J - питома вартість J – ї деталі в залежності від напрацювання автомобіля.

N – кількість агрегатів та систем автомобіля,

M – число деталей і елементів в агрегаті автомобіля.

Методика прогнозування потреби в запасних частинах, розроблена автором, [5] враховує умови експлуатації і технічне обслуговування автомобілів:

$$\Pi_{3ч} = N \cdot \lambda \cdot L \cdot K_J \cdot \sqrt{N_d \cdot \lambda \cdot L}, \quad (16)$$

де, N_d - кількість деталей, встановлених на автомобілі,

λ - інтенсивність відмов,

L - пробіг автомобіля,

K_J - гамма – відсотковий квантиль стандартного нормального розподілу.

Недоліком наведеної методики є те, що під час визначення необхідної кількості запасних частин не враховується ряд важливих, на нашу думку, факторів, таких як умови та інтенсивність експлуатації транспортного засобу.

Автор в своїй праці [6] наводить метод визначення середньої витрати запасних частин конкретного найменування, у якому розрахункова формула враховує параметри, що характеризують технічний стан автомобіля, дорожні та природно – кліматичні умови експлуатації:

$$Z_{CP} = K_n \cdot K_V \cdot K_z \cdot \lambda_{\max} \cdot \sum L, \quad (17)$$

де, λ_{\max} - інтенсивність відмов,

L - середній пробіг всіх автомобілів,

K_n , K_V , K_z - коефіцієнти, що враховують дорожні умови, кліматичні умови (сезонність), запас запасних частин.

Використання формули (19) для прогнозування потреби в запасних частинах передбачає виконання наступних операцій: за значеннями ряду по перед прогнозному періоду методом найменших квадратів визначаються коефіцієнти тренда \bar{u} вид, якого задається (поліномами різних порядків); при використанні сезонної хвилі необхідно виключити тренд з початкового ряду. Якщо наявна сезонна хвиля, то визначаються коефіцієнти рівнянь, які апроксимуються v_i ; випадкова складова ε_t визначається після виключення з ряду значень тренду і сезонної хвилі на перед прогнозному періоді. Для описання білого шуму ε_t використовують нормальний закон розподілу з нульовим математичним очікуванням і невідомою дисперсією σ^2 ; точність прогнозування підвищується методами дисконтування, адаптації.

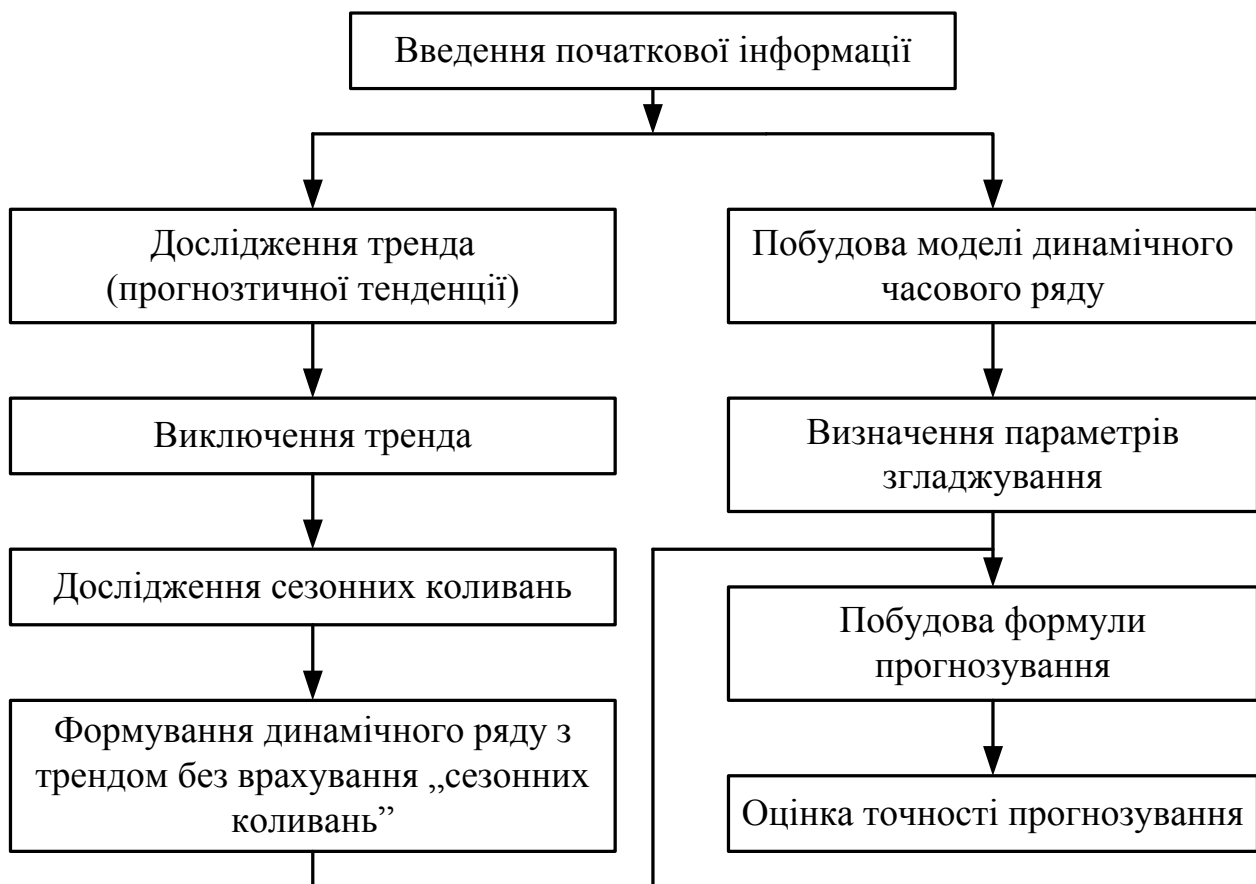


Рис. 1. Структурна схема прогнозування необхідної кількості запасних частин, з використанням екстраполяції часових рядів

Практичне застосування одержав метод експоненціального згладжування, який підвищує значимість останніх значень ряду відносно перших. Підвищення прогнозу досягається застосуванням багатофакторних моделей, вибором найкращих залежностей для тренда та сезонної складової. Методика на основі екстраполяції може реалізуватися на основі ЕОМ, як неприливна прогнозуюча система.

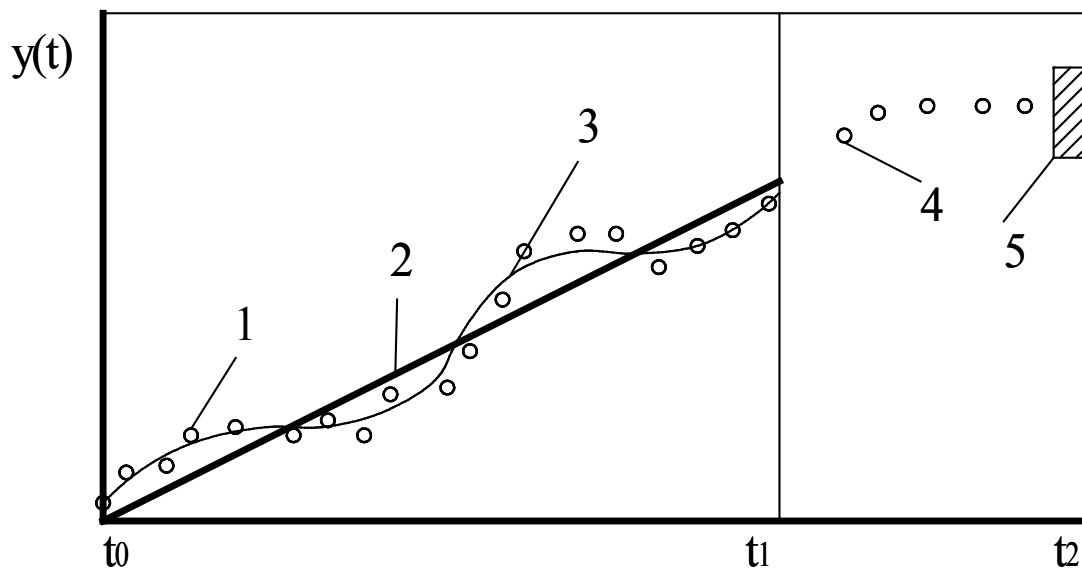


Рис. 2. Прогнозування необхідної кількості запасних частинах з використанням екстраполяції часових рядів: 1 – експериментальні дані на інтервалі спостереження; 2- тренд; 3 – тренд та сезонна хвиля; 4- значення точкового прогнозу; 5 – інтервальный прогноз

Не зважаючи на різноманітність методів прогнозування потреби в запасних частинах на даний час на практиці широкого поширення набув метод визначення потреби по фактичному попиту на запасні частини. Головними перевагами даного методу є достовірність інформації по використанню запасних частин та оперативність застосування, що пояснюється простотою використання. Проте значним недоліком є те, що коливання попиту на запасні частини компенсується шляхом створення додаткових резервів на складах запасних частин, що в свою чергу

пов'язано з додатковими ризиками виникнення неліквідних запасів запасних частин.

Висновок. В результаті проведеного аналізу робіт, присвячених визначенню раціональної кількості запасних частин, що застосовуються для ремонту транспортних засобів можна зробити висновок, що складний процес експлуатації автомобіля спрощується для одержання компактних простих у застосуванні функціональних залежностей. Очевидно, що застосування даних методів на певних етапах розвитку економіки було доцільним. Так в умовах централізованої економіки широкого поширення набуло застосування нормативних методів для визначення необхідної кількості запасних частин. Проте, на даний час в умовах ринкової економіки автотранспортні підприємства працюють в умовах виробництва, що характеризується жорстокою конкуренцією як з боку вітчизняних, так і іноземних підприємств. У цих умовах автотранспортним підприємствам для «виживання» на ринку і збереження конкурентоспроможності потрібно своєчасно та ефективно приймати рішення по забезпеченню власних автотранспортних засобів запасними частинами. Тому в ситуації, що склалася будь які відхилення від розрахункової раціональної кількості запасних частин спричиняють додаткові фінансові затрати, що виникають через додаткові простой рухомого складу, що можуть спричинити зриви при виконанні договорів.

Тому, для автотранспортних підприємств актуальною залишається проблема своєчасного та достовірного визначення необхідної кількості запасних частин, що на сьогоднішній день неможливо без застосування удосконаленого методу визначення раціональної кількості запасних частин, що входять до складу матеріальних запасів автотранспортних підприємств.

Література:

1. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М., Фролов Ю.Н. Техническая эксплуатация автомобилей. / учебник для вузов / 4 издание перераб. и доп., – М.: Наука, 2001. – 535с.

2. Напольский Г.М., Толкачев В.К., Фролов Ю.Н. Система обеспечения запасными частями автообслуживающих предприятий, – М.: МАДИ, 1986. - 68 с.

3. Бедняк М.Н., Тахтамышев Х.М. Прогнозирование расхода запасных частей к автомобилям. Киев. Автомобильный транспорт, 1973. – 203 с.

4. Таджикибаев А.А Прогнозирование потребности в запасных частях для автомобилей, принадлежащих населению. Москва 1979 г. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

5. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев – Харьков: ХГАДТУ, 2001. –271с.

6. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн./ В.Е. Канарчук; А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк – К.: Вища школа, 1991. – Кн. 1. Теоретические основы. Технология - 359 с.

7. Блюдов Е.П. К вопросу о нормировании расхода запчастей. «Автомобильная промышленность», 1971, №9, с. 20-23.

8. Щетина В.А., Лукинский В.С., Сергеев В.И. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1988. – 112с.

References:

1. Kuznetsov, E., A. Boldin, Vlasov V. Frolov, N. Technical operation of vehicles. / Textbook for high schools / 4 revised edition. And the extra .. - Moscow: Nauka, 2001. - 535s.

2. Napolsky GM, Tolkachev VK Frolov JN Securing System zapasnymi Sides avtoobsluzhyvayuschyh enterprises - M.: MADY, 1986. - 68 p.

3. Bednyak MN, Tahtamyshhev HM Prediction Consumption zapasnyh earthed k car. Kiev. For car transport, 1973. -203 P.

4. Tadzhibaev AA Forecasting demand for spare parts for cars owned by the public. Moscow 1979 thesis for the degree of Doctor of Science.

5. Govoruschenko NY Technical Cybernetics Transport /

NY Govoruschenko, VN Varfolomeyev - Kharkov: HGADTU, 2001. -271s.

6. Kanarchuk VE Maintenance, repair and storage of vehicles: Tutorial: The 3 books. / VE Kanarchuk; AA Ludchenko, IP Kurnik, IA Luik - K.: Vishcha School, 1991. - The book. 1. Theoretical framework. Technology - 359 c.

7. Dish EP On the question of standardizing the flow of parts. "Automotive promishlennost", 1971, № 9, p. 20-23.

8. Stubble VA Lukinsky VS Sergeev VI Spare parts supply for road transport. - Moscow: Transport, 1988. - 112s