

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ МАШИН ІНЖЕНЕРНОГО ОЗБРОЄННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для прогнозування потреби в запасних частинах за допомогою регресійної моделі необхідно задати прогнозні значення всіх факторів, що входять у модель. У результаті одержимо числові значення необхідної кількості запасних частин по кожній номенклатурній позиції.

Ключові слова: потреба в запасних частинах, регресійна модель.

Abstract

To forecast the need for spare parts using a regression model, it is necessary to specify the forecast values of all factors included in the model. As a result, we will obtain numerical values of the required number of spare parts for each item.

Keywords: need for spare parts, regression model.

Вступ

Для врахування комплексного впливу факторів на потребу в запасних частинах та встановлення тісноти взаємозв'язку між самими факторами доцільно побудувати багатофакторну регресійну модель.

Результати дослідження

На даний час регресійні моделі отримали широке застосування при моделюванні і прогнозуванні попиту, оскільки вони найбільш адекватно відображають вплив факторів на процес формування попиту.

Регресійні моделі засновані на використанні апарата кореляційного та регресійного аналізів та будуються у вигляді рівнянь регресії, в яких у якості функції виступає досліджуваний параметр, а в якості незалежних змінних – фактори, які впливають на даний параметр.

Для врахування комплексного впливу факторів на потребу в запасних частинах та встановлення тісноти взаємозв'язку між самими факторами доцільно побудувати багатофакторну регресійну модель.

Для застосування багатофакторної регресійної моделі при прогнозуванні кількості запасних частин в умовах виконання завдань підрозділами інженерних військ необхідно послідовно реалізувати ряд наступних кроків.

Першим кроком етап визначення кількості запасних частин для проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту машин інженерного озброєння (МІО) є їх розподіл на групи та підгрупи по терміну перебування в експлуатації та напрацюванню.

Необхідність розподілу МІО на групи та підгрупи по терміну перебування в експлуатації та напрацюванню обумовлюється тим, що із збільшенням терміну перебування в експлуатації та напрацювання МІО, збільшується не тільки кількість необхідних запасних частин для підтримання МІО в працездатному стані, але й змінюється номенклатура необхідних запасних частин.

Для визначення наближеної кількості груп n застосуємо формулу Стерджесса:

$$n = 1 + 3,322 \cdot \lg N, \quad (1)$$

де N – численність сукупності.

Знаючи кількість груп, визначаємо довжину інтервалу за формулою:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n}, \quad (2)$$

де $x_{\max}$ та $x_{\min}$ – максимальна на мінімальне значення в сукупності напрацювання.

Під час розподілу МІО на групи по напрацюванню, застосуванням формул (1) та (2) отримаємо кількість груп МІО з напрацюванням.

Другим кроком реалізації етапу є визначення кількості замін деталей в кожній із груп та підгруп.

Після визначення розподілу кількості запасних частин на групи використовуємо фактори, які впливають на потребу в запасних частинах. Перелік зазначених факторів наведено у табл. 1. Табл. 1 будується на підставі наявності статистичної інформації про зміни зазначених факторів під час експлуатації МІО на протязі досліджуваного проміжку часу.

Перелік факторів для кожного конкретного підрозділу інженерних військ може бути розширеним в залежності від специфіки його діяльності та географічних умов його функціонування. Проте, в модель прогнозування необхідної кількості запасних частин для МІО необхідно включати лише ті фактори, які можливо врахувати та спрогнозувати їх зміну в умовах конкретного підрозділу інженерних військ.

На завершальному кроці для визначення необхідної кількості запасних частин, для підтримання працездатного стану МІО побудуємо багатфакторну регресійну модель.

№	Фактори	Одиниця виміру.
1	Фактична витрата запасних частин за попередній період	шт.
2	Напрацювання	мот/год.
3	Інтенсивність експлуатації	мот/год. /міс
4	Кількість зразків МІО	шт.
5	Кількість однойменних деталей, встановлених на МІО	шт.

Таблиця 1 – Перелік факторів, які потрібно враховувати при визначення раціональної кількості запасних частин

У загальному випадку рівняння регресії для прогнозування необхідної кількості запасних частин можна записати у вигляді виразу:

$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + \dots + a_m \cdot x_m, \quad (3)$$

де y – потреба в запасних частинах; $x_1, x_2, \dots, x_m$ – фактори, які впливають на потребу в запасних частинах; $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ – вільні члени, які визначають значення y у випадку, коли значення усіх факторів $x_1, x_2, \dots, x_m$ дорівнює 0.

Регресійна модель прогнозування необхідної кількості запасних частин повинна враховувати лише ті фактори, кількісні зміни та прогностичні значення яких можливо отримати в умовах використання МІО за призначенням.

Для побудови багатфакторної регресійної моделі необхідно попередньо відібрати факторні ознаки в модель. Для цього розраховуються коефіцієнти парної кореляції $(r_{yx1}, r_{yx2}, r_{x1x2})$. Наприклад:

$$r_{yx1} = \frac{\overline{yx_1} - \overline{y} \cdot \overline{x_1}}{\sigma_y \cdot \sigma_{x_1}}, \quad (4)$$

де σ_y та σ_{x_1} – середньоквадратичні похибки відповідних вибірок.

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}}; \quad (5)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}. \quad (6)$$

Фактори, коефіцієнти парної кореляції яких з результативною ознакою Y нижче заданого рівня значимості, в модель не вводяться. При проведенні практичних розрахунків необхідної кількості запасних частин приймемо заданий рівень значимості рівним 0,5.

Потім виконується перевірка на наявність мультиколінійних факторних ознак. З кожної пари одержаних таких ознак в модель вибирається одна ознака (з найбільшим коефіцієнтом r_{yxn}). При відборі факторів в модель прогнозування необхідної кількості запасних частин ознакою мультиколінійності факторів приймаємо значення коефіцієнта парної кореляції між ними більше 0,7.

На наступному етапі проводимо статистичний аналіз одержаної регресійної моделі прогнозування необхідної кількості запасних частин: перевірку значимості рівняння регресії та його коефіцієнтів, дослідження абсолютних та відносних помилок апроксимації. При цьому оцінку параметрів

$a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ проводимо за допомогою метода найменших квадратів в матричному вигляді.

Приймемо наступні спрощення:

$a = (a_j), j = 0, 1, \dots, m$ – вектор невідомих параметрів.

де m – кількість невідомих параметрів; $a = (a_j)$ – вектор оцінок параметрів.

$y = (y_i), i = 1, \dots, n$ – вектор значень залежної змінної.

де n – кількість зафіксованих спостережень.

$X = (x_{ij})$ – матриця значень незалежних змінних розмірністю $n \cdot (m + 1)$.

$\varepsilon = (\varepsilon_i)$ – вектор похибок в моделі.

$e = (e_i)$ – вектор похибок в рівнянні з оціненими параметрами.

Рівняння регресії з оціненими параметрами у загальному випадку зображується у вигляді рівняння:

$$\hat{y} = X \cdot a, \quad (7)$$

Загальний вид моделі у векторному вигляді:

$$\hat{y} = X \cdot a + e. \quad (8)$$

Вирази для визначення вектора оцінки параметра a :

$$\begin{aligned} X^T \cdot y &= X^T \cdot x \cdot a, \\ a &= (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot Y) \end{aligned} \quad (9)$$

У наведеному рівнянні регресії матриці коефіцієнтів при невідомих параметрах мають наступний вигляд:

$$X = \begin{bmatrix} 1x_{11}x_{12}\dots x_{1m} \\ 1x_{21}x_{22}\dots x_{2m} \\ \vdots \\ 1x_{n1}x_{n2}\dots x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (10)$$

Відповідно,

$$X^T \cdot X = \begin{bmatrix} n & \sum x_{i1} & \dots & \dots & \sum x_{im} \\ \sum x_{i1} & \sum x_{i1}^2 & \dots & \dots & \sum x_{i1} \cdot x_{im} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sum x_{im} & \sum x_{i1} \cdot x_{im} & \cdot & \cdot & \sum x_{im}^2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$X^T \cdot y = \begin{bmatrix} \sum y_1 \\ \sum y_i \cdot x_{i1} \\ \dots \\ \sum y_i \cdot x_{im} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Сумування проводиться по кількості спостережень m .

Після розрахунку коефіцієнтів часткової кореляції, визначається коефіцієнт множинної кореляції r_y , що характеризує тісноту взаємозв'язку результативної та факторної ознак та визначається за формулою:

$$r_y = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{y(1,2,\dots,m)}}{\sigma_y^2}}. \quad (13)$$

де $\sigma_{y(1,2,\dots,m)}$ – залишкова дисперсія; σ_y^2 – дисперсія результативної ознаки.

Коефіцієнт множинної кореляції та значення величини залишкової дисперсії характеризують якість підбору рівняння регресії.

Для прогнозування потреби в запасних частинах за допомогою регресійної моделі на K кроків вперед необхідно задати прогнозні значення всіх факторів, що входять у модель. У результаті одержимо числові значення необхідної кількості запасних частин по кожній номенклатурній позиції.

Висновки

Таким чином, для прогнозування потреби в запасних частинах за допомогою регресійної моделі, необхідно задати прогнозні значення всіх факторів, що входять у модель. У результаті одержимо числові значення необхідної кількості запасних частин по кожній номенклатурній позиції.

Терещенко Олександр Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Татуревич Катерина Миколаївна — слухач групи 02-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Науковий керівник: **Терещенко Олександр Петрович** – к.т.н., доцент, доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Tereschenko Oleksandr P. – Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Taturevych Kateryna M. — student of group 02-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Supervisor: **Tereschenko Oleksandr P.** – Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: atereschenko96@gmail.com