

Анатолій Григорович Салій (канд. військ. наук, доцент)
Василь Володимирович Поліщук (канд. військ. наук)
Богдан Анатолійович Білявський

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

АЛГОРИТМ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У роботі викладений алгоритм застосування методу декомпозиції для визначення вимог до системи ремонту автомобілів військового призначення при оцінюванні ефективності її функціонування. Якщо буде визначено, що значення показника ефективності не відповідає нормативному значенню то виникне необхідність впливу на часткові показники, а для цього необхідно знати вимоги до цих показників. Тому для розрахунку вимог до часткових показників ефективності функціонування зазначеної системи необхідно застосувати метод розподілу допусків виходячи з того, що відома вимога до узагальненого показника ефективності системи. Також у статті запропоновано методу оцінювання ефективності функціонування системи відновлення автомобілів військового призначення.

Ключові слова: *система ремонту автомобілів військового призначення, критерій ефективності, метод декомпозиції.*

Вступ

Визначальною і головною умовою функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення є постійна підтримка їх коефіцієнту технічної готовності на визначеному рівні, що забезпечує здатність бойового підрозділу виконувати завдання за призначенням. Зазначене завдання може бути вирішено тільки за умови достатності сил і засобів технічного забезпечення, які застосовуються для вирішення даного завдання.

Постановка проблеми. Під достатністю варто розуміти ту мінімальну межу, при якій досягається виконання поставлених завдань і цілей тільки в умовах максимального використання своїх можливостей у конкретній обстановці. По фізичній суті достатність являє собою відношення наявних можливостей системи до потрібних. Вибираючи показники та критерій для оцінювання ефективності функціонування зазначеної системи необхідно дотримуватись наступних вимог, а саме, показники та критерій повинні: відображати цільове призначення системи відновлення, основні її властивості; мати визначене трактування у встановлених оперативно-тактичних і технічних термінах; забезпечувати облік істотних зовнішніх і внутрішніх параметрів і бути чуттєвим до їх зміни; мати можливу простоту в математичному змісті і давати більш точну оцінку результатів функціонування. Для обґрунтування вимог до часткових показників доцільно застосовувати метод декомпозиції, тобто метод розподілу допусків виходячи з того, що відома вимога до узагальненого показника ефективності системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз наявних у цій галузі робіт показав, що для оцінювання ефективності функціонування подібних систем застосовуються методики, де оцінювання їх функціонування проводиться за узагальненим показником. Але ж система ремонту автомобілів військового призначення є багатоступеневою ієрархічною системою, де на кожному ієрархічному щаблі існують свої узагальнені показники для оцінювання ефективності функціонування на даному рівні. Ці показники в загальній системі ремонту будуть частковими. Тому для оцінювання ефективності системи ремонту на кожному рівні необхідно визначити вимоги до часткових показників цього рівня, знаючи узагальнений показник, за яким здійснюється оцінювання системи ремонту автомобілів військового призначення в цілому. Найбільш перспективним для цього є метод розподілу допусків для часткових показників виходячи з того, що відома вимога до узагальненого показника ефективності системи.

Готовність автомобілів військового призначення до виконання поставленого завдання в повній мірі буде залежати від ефективності функціонування системи їх ремонту. Оцінювання ефективності даної системи проводиться за приведеною нижче методикою. Для більш точного оцінювання ефективності, пропонується в даній методиці застосувати алгоритм декомпозиції (метод розподілу допусків для часткових показників) виходячи з того, що відома вимога до узагальненого показника ефективності системи.

Метою статті є удосконалення методики оцінювання ефективності функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення з

застосуванням методу розподілу допусків для часткових показників системи.

Виклад основного матеріалу дослідження

Найбільш важливим критерієм для оцінювання ефективності функціонування системи ремонту можна прийняти ефективність, за умови, що інші критерії позитивно впливають на функціонування системи.

Вибір показника та критерію для оцінювання ефективності функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення проведений відповідно до зазначених вище вимог. Під ефективністю функціонування системи можна розуміти здатність системи задовольняти потребу в відремонтованих автомобілях у встановлений час.

Основними видами ремонту автомобілів військового призначення є поточний ремонт, середній ремонт, капітальний ремонт.

Якщо за цикл функціонування системи прийняти одну добу, то можна визначити що вона працює ефективно, якщо термін відновлення пошкодженої техніки буде не більше нормативного (виконується відповідна подія):

$$\Delta T_{\epsilon} \leq \Delta T_{\epsilon}^{нор}, \quad (1)$$

де ΔT_{ϵ} – тривалість відновлення пошкодженої техніки, доба; $\Delta T_{\epsilon}^{нор}$ – нормативна тривалість відновлення пошкодженої техніки, доба.

Так як ΔT_{ϵ} є випадковою величиною, то можна прийняти, що при надходженні на вхід підсистеми ремонту заявок на виконання поточного, середнього та капітального ремонту реалізується стандартна схема двох несумісних подій. Перша – подія виконується, то відповідно, система ремонту вирішила поставлене перед нею завдання у встановлений час. Друга – коли подія не виконана. Не важко помітити, що для всієї кількості завдань щодо ремонту автомобілів ймовірнісна схема, що виникає, зводиться до формули повної ймовірності. Тобто, узагальненим показником ефективності функціонування системи є ймовірність того, що будь-яке завдання щодо ремонту буде виконано у встановлений час і визначається за формулою:

$$P(T_{\epsilon}) = \sum_{i=1}^n P_i P_i^{T_{\epsilon}}, \quad (2)$$

де P_i – ймовірність надходження на вхід системи відновлення заявки i -го виду; $P_i^{T_{\epsilon}}$ – умовна ймовірність виконання події (А), якщо надійшла заявка i -го виду; i – вид заявки (ПР, СР, КР).

Такий показник називається зваженою ймовірністю вирішення будь-якого завдання із заданої множини завдань, які стоять перед системою [2].

Для безперебійного і повного функціонування системи ремонту чисельне значення узагальненого показника ефективності функціонування системи

повинно бути не менш $P_{нор}$. Тоді критерієм ефективності функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення є вимога того, що ймовірність виконання системою завдання повинна бути не меншою від нормативної:

$$P(T_{\epsilon}) \geq P_{нор}, \quad (3)$$

Визначено, що ймовірності P_i у формулі (2) можуть мати значення не тільки як апіорні ймовірності надходження заявок на відповідний вид ремонту, а також і значення коефіцієнтів важливості відповідного виду ремонту. Тоді ймовірність надходження на вхід системи відновлення заявки на визначені види ремонту розраховується за формулою:

$$P_i = \frac{M[N_i]}{M[N_{заг}]}, \quad \sum_{i=1}^n P_i = 1, \quad (4)$$

де $M[N_i]$ – математичне сподівання кількості несправної техніки за i -м видом заявки; $M[N_{заг}]$ – математичне сподівання загальної кількості несправної техніки.

На ймовірності P_i впливають зовнішні фактори, тобто вплив на них із середини системи не можливий, тому при проведенні розрахунків ці ймовірності залишаються незмінними. Якщо розглядати можливі шляхи задоволення зазначеної вимоги (3), то зрозуміло, що будь-які зміни $P(T_{\epsilon})$ можливі тільки за рахунок умовних ймовірностей $P_i^{T_{\epsilon}}$ які розраховуються за формулою [3]:

$$P_i^{T_{\epsilon}} = 1 - \frac{\alpha_i^m}{m!} \left(\sum_{k=0}^m \frac{\alpha_i^k}{k!} \right)^{-1}, \quad \alpha_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}, \quad (5)$$

де $\lambda_i = \frac{1}{t_{надх}}$ – інтенсивність надходження на вхід системи відновлення заявки i -го виду; $\mu_i = \frac{1}{t_{\epsilon}}$ –

інтенсивність задоволення системою відновлення заявки i -го виду ремонту; m – кількість каналів по видах ремонту.

Враховуючи вимогу (3), процедура прийняття рішення щодо ефективності функціонування системи ремонту поділяється на два етапи. Перший етап – визначаються умовні ймовірності $P_i^{T_{\epsilon}}$ за формулою (5). Другий етап – розраховується значення узагальненого показника ефективності $P(T_{\epsilon})$ яке порівнюється з нормативним $P_{нор}$. Якщо вимога (3) виконується, то приймається рішення, що система ремонту автомобілів військового призначення ефективна. Але якщо буде визначено, що значення показника ефективності не відповідає нормативному значенню, то виникає необхідність впливу на часткові показники.

Отже, за вищезазначеною методикою можливо провести оцінку всієї системи за обраним узагальненим критерієм. Проте, якщо буде визначено, що значення показника ефективності

не відповідає нормативному значенню то виникне необхідність впливу на часткові показники, а для цього необхідно знати вимоги до цих показників. Тому для розрахунку вимог до часткових показників ефективності функціонування системи ремонту необхідно застосувати метод розподілу допусків виходячи з того, що відома вимога до узагальненого показника ефективності системи.

Використовуючи результати робіт [2, 4] і враховуючи те, що узагальнений показник ефективності системи являється адитивним по відношенню до часткових показників і те, що вони мають імовірнісні значення формули для розрахунку допусків приводяться до виду:

$$d_i^{T_e} = \frac{1 - P_{нор}}{nP_i}, \quad (6)$$

де n – число видів заявок ($n = 3$).

Так як вимоги до часткових показників ефективності системи повинні бути у межах:

$$P_{i_{min}}^{T_e} \leq P_i^{T_e} \leq P_{i_{max}}^{T_e}, \quad \text{при } P_{i_{max}}^{T_e} = 1, \quad (7)$$

то вимоги до мінімальних значень часткових показників ефективності системи можна визначити за формулою:

$$P_{i_{min}}^{T_e} = 1 - d_i^{T_e}, \quad (8)$$

Достовірність вирішення задачі розподілу допусків проілюстрована із застосуванням апарату аналітичної геометрії у просторі. У системі координат X, Y, Z побудовано дві площини Π_1, Π_2 . Площина Π_1 представлена рівнянням:

$$P_{PP}x + P_{CP}y + P_{KP}z = P_{нор}, \quad (9)$$

площина Π_2 представлена рівнянням:

$$P_{PP}x + P_{CP}y + P_{KP}z = 1, \quad (10)$$

Ці площини паралельні, тому що коефіцієнти при X, Y, Z у рівняннях площин рівні між собою. Площини відсікають відповідно на осях OX, OY, OZ відрізки:

$$\Pi_1: a_1 = \frac{P_{нор}}{P_{PP}}, \quad \theta_1 = \frac{P_{нор}}{P_{CP}}, \quad c_1 = \frac{P_{нор}}{P_{KP}};$$

$$\Pi_2: a_2 = \frac{1}{P_{PP}}, \quad \theta_2 = \frac{1}{P_{CP}}, \quad c_2 = \frac{1}{P_{KP}}.$$

Для того, щоб описати простір між двома площинами будується трьохмірний прямокутний паралелепіпед B_3 (рис.1), під яким можна розуміти множину точок $Q=(x,y,z)$, причому, його грані паралельні координатним площинам, а його об'єм визначається за формулою і є максимальним:

$$V = d_{PP}^{T_e} d_{CP}^{T_e} d_{KP}^{T_e}, \quad (11)$$

Відповідно поставлена задача полягає в тому щоб вписати трьохмірний прямокутний паралелепіпед B_3 між площинами Π_1, Π_2 так, щоб його об'єм був максимальним, а грані були паралельні координатним площинам.

Фізично вписування B_3 між Π_1, Π_2 буде означати, по перше - виконання вимоги до узагальненого показника ефективності; по друге,

той факт, що грані B_3 паралельні координатним площинам буде означати, що варіації з частковими показниками, відповідно в межах допусків, не будуть впливати на значення самих меж допусків; по третє, вимоги максимального об'єму автоматично означають, що величини допусків будуть максимальними.

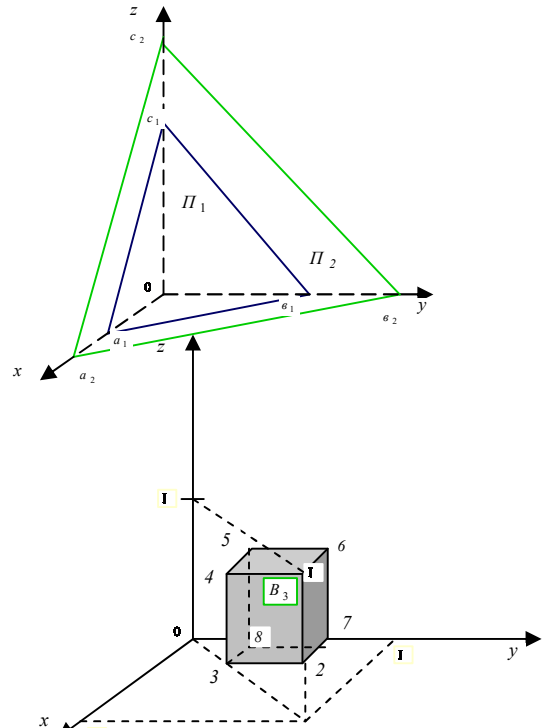


Рис. 1. Ілюстрація вирішення задачі розподілу допусків у термінах аналітичної геометрії у просторі

У цьому випадку вписаний трьохмірний прямокутний паралелепіпед B_3 може рухатися по "коридору" між паралельними площинами Π_1, Π_2 . Координати однієї із його вершин можна вибрати довільно. В рамках вирішуємої задачі, враховуючи те, що $P_i^{T_e}$ є імовірності, максимальне значення яких не може бути більше одиниці, то максимальні значення координат $X=Y=Z=1$.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, вирішення задачі розподілу вимог до узагальненого показника ефективності функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення при оцінюванні ефективності її функціонування дозволяє фактично визначити вимоги до продуктивності системи відновлення по елементам, тобто поточним ремонтом, середнім ремонтом, капітальним ремонтом, коли вимоги до продуктивності всієї системи задані. Тим самим дозволяє оцінити ефективність всієї системи та здійснювати вплив на часткові показники даної системи. Особливо потрібно відмітити, що варіації значеннями часткових показників всередині допусків можливі і незалежні.

Література

1. Салій А.Г., Рогозін І.В., Яценко К.Г. Методика визначення виходу з ладу автомобільної і електрогазової техніки в умовах ведення бойових дій – Харків, 2012. – Збірник наукових праць ХУПС імені І. Кожедуба №2(30) – С. 86-89. 2. Абрамов О.В., Здор В.В., Супоня А.А. Допуски и номиналы системы управления.- М.: Наука, 1976.–160 с. 3. Петухов Г.Б. Основы теории массового обслуживания. – Л.: ВИКА имени

Можайского, 1974. – 247 с. 4. Галущко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. – М.: Воениздат, 1982, - 237 с. 5. Полищук В.В. Математична модель функціонування системи відновлення автомобільної і спеціальної техніки військового призначення / Полищук В.В. – К: НУОУ, 2015 – Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони №3(24).

АЛГОРИТМ ПРИМІНЕННЯ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦІЇ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ РЕМОНТА АВТОМОБІЛЕЙ ВОЙСЬКОВОГО НАЗНАЧЕННЯ

*Анатолій Григорьевич Салій (канд. воен. наук, доцент)
Васи́лий Влади́мирович Поли́щук (канд. воен. наук)
Богдан Анатольевич Белявский*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье изложен алгоритм применения метода декомпозиции для определения требований к системе ремонта автомобилей военного назначения при оценке эффективности ее функционирования. Если будет определено, что значение показателя эффективности не соответствует нормативному значению, то возникнет необходимость воздействия на частичные показатели, а для этого необходимо знать требования к этим показателям. Поэтому для расчета требований к частичным показателям эффективности функционирования указанной системы необходимо применить метод распределения допусков исходя из того, что известное требование к обобщенному показателю эффективности системы. Также в статье предложено методику оценивания эффективности функционирования системы ремонта автомобилей военного назначения.

Ключевые слова: система ремонта автомобилей военного назначения, критерий эффективности, метод декомпозиции.

ALGORITHM FOR APPLYING THE DECOMPOSITION METHOD FOR ESTIMATING THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF THE VEHICLE REPAIR SYSTEM

*Anatoliy G. Saliy (Candidate of Military Sciences, Docent)
Vasyl' V. Polishchuk (Candidate of Military Sciences)
Bogdan A. Bilyavskyi*

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The article describes the algorithm for applying the decomposition method to determine the requirements for the system of repair of military vehicles in assessing the effectiveness of its operation. If it is determined that the value of the efficiency indicator does not correspond to the normative value, then it will be necessary to influence the partial indicators, and for this it is necessary to know the requirements for these indicators. Therefore, in order to calculate the requirements for partial performance indicators for the said system, it is necessary to apply the method of tolerance distribution based on the fact that a known requirement for a generalized indicator of system efficiency.

Keywords: car repair system, efficiency criterion, decomposition method.

References

1. Saliy A.G. (2012) Methodology for determining the failure of automobile equipment in combat operation [Metodyka vyznachennya vykhodu z ladu avtomobilnoyi i elektrozazovoyi tekhniki v umovakh vedennya boyovykh diy], KHUPS, Kharkiv. p.p. 86-89. 2. Abramov O.V., Zdor V.V., Suponya A.A. (1976) Tolerances and control system denominations [Dopuski i nominaly sistemy upravleniya].- M.: Nauka, 160 p. 3. Petuhov G.B. (1974) Bases of theory of mass service. [Osnovy teorii masovogo obslujivaniya], Leningrad, VETCH of the name of Mojayskogo, p.247.

4. Galushko I. M., Varlamov N. V. (1982) Basis of design and automation of management by a logistic. [Osnovi modelirovaniya i avtomatizaciya upravleniya tylom], Moscow, Voensizdat, p. 237. 5. Polishchuk V.V. (2015) Mathematical model of military equipment restoration system [Matematychna model funktsionuvannya systemy vidnovlennya avtomobilnoyi i spetsialnoyi tekhniki viyskovoho pryznachennya] NUOU, Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence №3(24).