

**Journal of Scientific Papers “Social development & Security”**  
home <https://paperssds.eu/>



Bogdan Semon & Anatoliy Saliy & Vasyly Polishchuk & Vasyly Ivanov (2017) Alorytm zastosuvannya metodu dekompozyciyi pry ocynuyuvanni efektyvnosti funkcionuvannya systemy remontu avtomobiliv viyskovogo pryznachennya [Algorithm for applying the decomposition method for estimating the efficiency of the functioning of the vehicle repair system]. *Social development & Security*. 2(2), 25 – 33.

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

**Богдан Семон \*, Анатолій Салій \*\*, Василь Поліщук \*\*\*, Василь Іванов \*\*\*\***

\* Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,  
03049, Україна, м. Київ, пр-кт Повітрофлотський, 28,  
д.т.н., професор  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com

\*\* Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,  
03049, Україна, м. Київ, пр-кт Повітрофлотський, 28,  
к.військ.н., доцент  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com

\*\*\* Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,  
03049, Україна, м. Київ, пр-кт Повітрофлотський, 28,  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com  
к.військ.н.

\*\*\*\* Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського,  
03049, Україна, м. Київ, пр-кт Повітрофлотський, 28,  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com



**Article history:**

Received: August, 2017  
1st Revision: October, 2017  
Accepted: December, 2017

UDC: <http://doi.org/>

[10.5281/zenodo.1129305](https://zenodo.org/record/1129305)

**Анотація** 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.

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

Семон Б., Салій А., Поліщук В., Іванов В. Алгоритм застосування методу декомпозиції при оцінюванні ефективності функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення [Електронний ресурс] / Б. Семон, А. Салій, В. Поліщук, В. Іванов // *Social development & Security*. – 2017. – Вип. 2 (2). – С. 25 – 33. Режим доступу до журн.:

<https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/18/16>



## **1. Постановка проблеми**

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.

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.

## **2. Аналіз останніх досліджень та 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.

## **3. Постановка завдання**

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.

**Мета статті.** Удосконалення методики оцінювання ефективності функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення з застосуванням методу розподілу допусків для часткових показників системи.

**Об'єктом дослідження** є ефективність функціонування системи ремонту автомобілів військового призначення.

#### 4. Виклад основного матеріалу

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  $\Delta T_{\epsilon}$  – тривалість відновлення пошкодженої техніки, доба;

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

Так як  $\Delta T_{\epsilon}$  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 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]:

$$P_i^{T_{\epsilon}} = 1 - \frac{\alpha_i^m}{m!} \left( \sum_{\kappa=0}^m \frac{\alpha_i^{\kappa}}{\kappa!} \right)^{-1}, \quad \alpha_s = \frac{\lambda_s}{\mu_s}, \quad (5)$$

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

$\mu_i = \frac{1}{t_{\text{в}}}$  – 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  $P_i^{T_{\text{в}}}$  за формулою (5). Другий етап – розраховується значення узагальненого показника ефективності  $P(T_{\text{в}})$  яке порівнюється з нормативним  $P_{\text{нор}}$ . 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:

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

де  $n$  – число видів заявок ( $n = 3$ ).

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

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

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

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

Достовірність вирішення задачі розподілу допусків проілюстрована із застосуванням апарату аналітичної геометрії у просторі. У системі координат  $X, Y, Z$  побудовано дві площини  $\Pi_1, \Pi_2$ . Площина  $\Pi_1$  представлена рівнянням:

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

площина  $\Pi_2$  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:

$$\begin{aligned} \Pi_1: \quad a_1 &= \frac{P_{нор}}{P_{PP}}, & e_1 &= \frac{P_{нор}}{P_{CP}}, & c_1 &= \frac{P_{нор}}{P_{KP}}; \\ \Pi_2: \quad a_2 &= \frac{1}{P_{PP}}, & e_2 &= \frac{1}{P_{CP}}, & c_2 &= \frac{1}{P_{KP}}. \end{aligned}$$

Для того, щоб описати простір між двома площинами будується трьохмірний прямокутний паралелепіпед  $V_3$  (рис.), 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:

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

Відповідно поставлена задача полягає в тому щоб вписати трьохмірний прямокутний паралелепіпед  $V_3$  між площинами  $\Pi_1, \Pi_2$  так, щоб його об'єм був максимальним, а грані були паралельні координатним площинам.

Фізично вписування  $V_3$  між  $\Pi_1, \Pi_2$  буде означати, по перше - виконання вимоги до узагальненого показника ефективності; по друге, той факт, що грані  $V_3$  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.

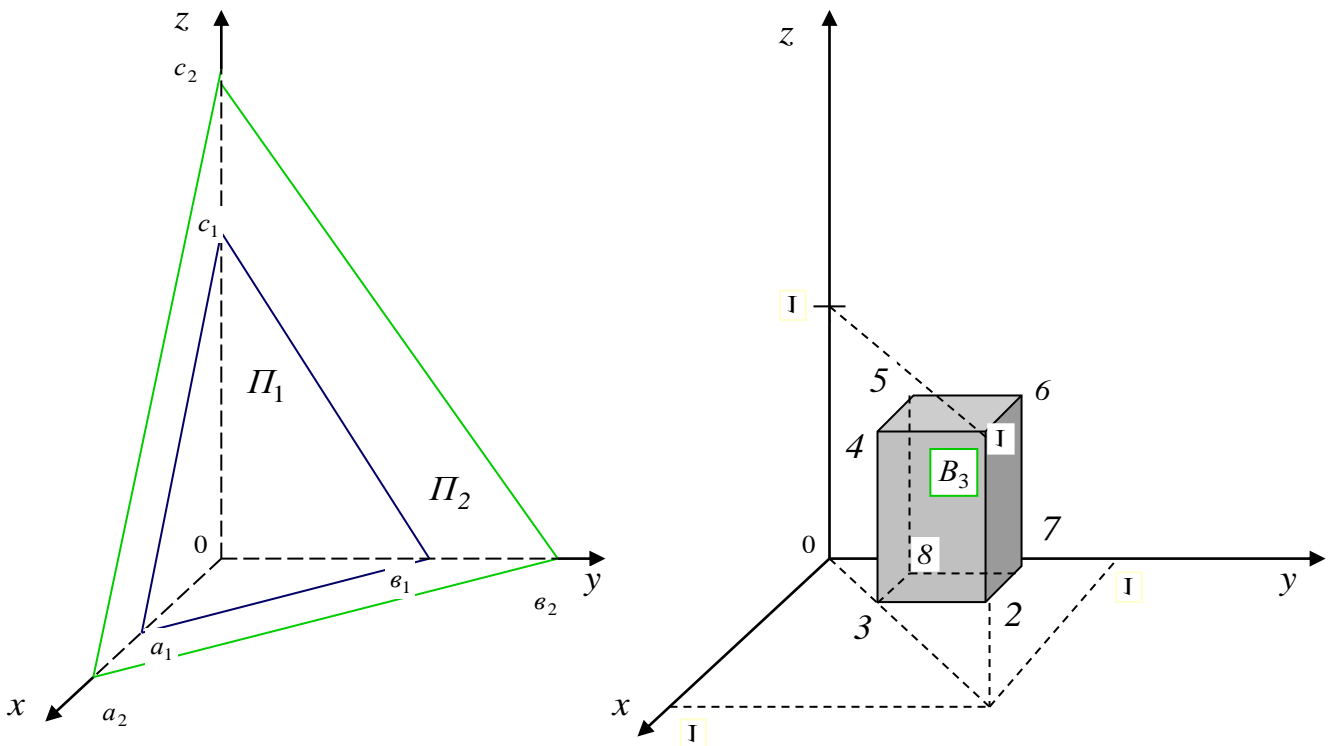


Рис. Ілюстрація вирішення задачі розподілу допусків у термінах аналітичної геометрії у просторі

У цьому випадку вписаний трьохмірний прямокутний паралелепіпед  $B_3$  може рухатися по “коридорі” між паралельними площинами  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ . Координати однієї із його вершин можна вибирати довільно. В рамках вирішуємої задачі, враховуючи те, що  $P_i^{T\theta}$  є імовірності, максимальне значення яких не може бути більше одиниці, то максимальні значення координат  $X=Y=Z=1$ .

## 5. Висновки

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.

Author details (in Russian)

**АЛГОРИТМ ПРИМИНЕНИЯ МЕТОДА ДЕКОМПОЗИЦИИ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ ВОЙСКОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Богдан Семон \* , Анатолий Салий \*\* , Василий Полищук \*\*\* , Василий Иванов \*\*\*\***

*\* Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,  
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,  
д.т.н., профессор*

*e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

*\*\* Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,  
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,  
к.воиск.н., доцент*

*e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

*\*\*\* Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,  
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

*к.воиск.н.*

*\*\*\*\* Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского,  
пр-кт Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

**Abstract:** В статье изложен алгоритм применения метода декомпозиции для определения требований к системе ремонта автомобилей войскового 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.

**Keywords:** система ремонта автомобилей войскового назначения, критерий эффективности, метод декомпозиции.

**Author details (in English)**

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

**Bogdan Semon \* , Anatoliy Saliy \*\* , Vasyl Polishchuk \*\*\* , Vasyl Ivanov \*\*\*\***

*\* The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi,  
28, Vozduhoflotsky av., Kyiv, 03049, Ukraine,,  
Doctor of Technical Sciences, Professor*

*e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

*\*\* The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi,  
28, Vozduhoflotsky av., Kyiv, 03049, Ukraine,  
Ph.D.*

*e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

*\*\*\* The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi,  
28, Vozduhoflotsky av., Kyiv, 03049, Ukraine,  
Ph.D.*

*e-mail: polvasyl1977@gmail.com*

*\*\*\*\* The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi,*

28, Vozduhoflotsky av., Kyiv, 03049, Ukraine,  
e-mail: polvasyl1977@gmail.com

**Abstract:** *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.*

### Використана література

1. Салій А.Г. Методика визначення виходу з ладу автомобільної і електрогазової техніки в умовах ведення бойових дій/ Рогозін І.В., Яценко К.Г. – 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. Галушко И.М., Варламов Н.В. Основы моделирования и автоматизации управления тылом. – М.: Воениздат, 1982, – 237 с.
5. Поліщук В.В. Математична модель функціонування системи відновлення автомобільної і спеціальної техніки військового призначення / Поліщук В.В. – К: НУОУ, 2015 – Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони №3(24).

### References

1. Saliy A.H. Metodyka vyznachennya vykhodu z ladu avtomobil'noyi i elektro hazovoyi tekhniky v umovakh vedennya boyovykh diy/ Rohozin I.V., Yatsenko K.H. – Kharkiv, 2012. – Zbirnyk naukovykh prats' KHUPS imeni I. Kozheduba №2(30) – S. 86-89.
2. Abramov O.V., Zdor V.V., Suponya A.A. Dopusky y nomynaly systemy upravlenyya.- M.: Nauka, 1976. –160 s.
3. Petukhov H. B. Osnovy teoryy massovoho obsluzhyvannya. – L.: VYKA ymeny Mozhayskoho, 1974. – 247 s
4. Halushko Y. M., Varlamov N. V. Osnovy modelyrovannya y avtomatyzatsyy upravlenyya tylom. – M.: Voenyzdat, 1982, - 237 s.
5. Polishchuk V.V. Matematychna model' funktsionuvannya systemy vidnovlennya avtomobil'noyi i spetsial'noyi tekhniky viys'kovoho pryznachennya / Polishchuk V.V. – K: NUOU, 2015 – Suchasni informatsiyeni tekhnolohiyi u sferi bezpeky ta oborony №3(24).