

УДК 623.4.017: 623.437.41

DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2\(22\).50-55](https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2(22).50-55)**М.О.ШИШАНОВ,***доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник*<https://orcid.org/0000-0002-7121-3666>*(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)***А.О.ВЕРЕТНОВ, ад'юнкт**<https://orcid.org/0000-0003-0160-7325>*(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)*

Методичні основи оцінки ремонтпридатності військової автомобільної техніки

У статті запропонована методика оцінки кількісних та якісних показників ремонтпридатності зразків військової автомобільної техніки, їх відповідність ТТЗ, показана за яких умов ремонтпридатності надається позитивна оцінка. Результати оцінки оперативних (часових) показників можуть надати можливість розробити організаційно-технічні заходи з удосконалення ремонтної технологічності конструкції зразка та нормативної документації з експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки.

Ключові слова: ремонтпридатність; військова автомобільна техніка (ВАТ); технічне обслуговування і ремонт (ТО і Р); випробування, тактико-технічне завдання (ТТЗ); метод статистичного аналізу, імовірність виконання ремонту, темп відновлення.

ВСТУП

Ведення сучасних бойових дій та досвід проведення антитерористичної операції на територіях Донецької та Луганських областей свідчить, що використання справної військової автомобільної техніки є важливим елементом виконання бойових завдань ЗС України.

В умовах бойових дій військ ВАТ може виходити з ладу від різних уражуючи дій противника.

У процесі підготовки до відновлюваного ремонту ВАТ використовуються результати прогнозування складності та характеру очікуємих пошкоджень систем і складальних одиниць зразків військової автомобільної техніки.

Для своєчасного та якісного повернення в стрій пошкодженого зразка ВАТ велике значення має тривалість заміни складальної одиниці, трудомісткість заміни складальної одиниці, тривалість перевірки працездатності складальної одиниці, тривалість виявлення причин відмов (пошкоджень), кількість та кваліфікація ремонтників, імовірність виконання ремонтів у заданий час, темп відновлення зразка.

Мета: надати оцінку оперативним (часовим) показникам ремонтпридатності військової автомобільної техніки.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Відомою [1] характеристикою надійності машин є витрати на їх експлуатацію і ремонт, тобто витрати на підтримку, відновлення їх працездатного стану та ресурсу в процесі використання за призначенням. У технічній літературі вказується, що витрати праці і коштів на технічне обслуговування і ремонт машин за час їх експлуатації в 5-10 разів і більше перевищують відповідні витрати на виготовлення. У такому ж приблизно співвідношенні знаходиться і кількість фахівців, зайнятих виготовленням машин, їх обслуговуванням і ремонтом.

Будь-які властивості машин проявляються в певних умовах їх використання, тобто в умовах впливу на них деякої сукупності факторів. Значення показників, які оцінюють ті чи інші властивості машин, визначаються не тільки їх конструктивними особливостями, а й зовнішніми факторами, тобто факторами, що характеризують зовнішній вплив [10]. Такими зовнішніми факторами перш за все є: система технічного обслуговування і ремонту – види, періодичність, характер і обсяг виконуваних профілактичних робіт; організація і технічна оснащеність служб, які здійснюють технічне обслуговування та ремонт машин; технологія виконання робіт при технічному обслуговуванні та ремонті. Всі ці фактори враховуються.

Під ремонтпридатністю [2] розуміють властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до попередження і виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень і усунення їх наслідків шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтів.

Можна вказати дві основні причини значних простоя, витрат праці і коштів на технічне обслуговування і ремонт машин:

1. Технічне недосконалість конструкції машин щодо їх пристосованості до обслуговування і ремонту при експлуатації.

2. Недосконалість організації системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) машин і технології виконання здійснюваних при цьому робіт [11].

Як і інші властивості машин, ремонтпридатність може бути оцінена кількісно, для чого встановлюється система показників.

Основним напрямком заходів, здійснюваних в області надійності, зокрема і ремонтпридатності, є управління цією властивістю машин на всіх етапах їх створення і використання; для цього встановлюються склад і кількісні значення показників ремонтпридатності, розробляються системи заходів, спрямованих на забезпечення встановлених вимог при проектуванні, виготовленні та експлуатації машин [3].

Вирішення цих питань визначають надійність машин, та передбачає широке використання математичних методів для відшукування оптимальних рішень.

Кількісні оцінки показників ремонтпридатності визначаються за результатами спостережень за виробами. Результати спостережень можуть бути отримані при випробуваннях виробів на ремонтпридатність або на надійність при проведенні технічних обслуговувань в процесі експлуатації, проведення ремонтів [12].

До цих спостережень призначаються такі вимоги: інформація повинна бути отримана в заданих умовах виконання технічного обслуговування і ремонту по організації, технології, матеріально-технічного забезпечення, кваліфікації обслуговуючого персоналу, умов навколишнього середовища при дотриманні в процесі експлуатації вимог експлуатаційної документації.

Найбільшою мірою ці умови задовольняються при проведенні спеціальних випробувань на ремонтпридатність [13].

Методами випробувань за розмежувальною ознакою – формування необхідності проведення технічного обслуговування і ремонту – є методи з виникаючою необхідністю проведення технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), з створюваною необхідністю проведення ТО і Р, з передбачуваною необхідністю ТО і Р, комбінованих.

Метод випробування на ремонтпридатність з виникаючою необхідністю проведення ТО і Р полягає в проведенні натуральних випробувань та накопичень вихідної інформації в ході проведення планових ТО і Р, а також усунення виникаючих відмов.

Створювана необхідність в проведенні ТО і Р, по суті, являє собою фізичне моделювання ситуацій, в яких реально необхідно виконувати і виконуються операції по ТО і Р. Від цього методу відрізняється метод з передбачуваною необхідністю в проведенні ТО і Р, в якій виконання операцій ТО і Р контролюється [14].

Комбінований метод являє собою поєднання зазначених вище методів в будь-який їх послідовності.

Підготовка вихідних даних і порядок розрахунку показників ремонтпридатності за результатами випробувань виробів на ремонтпридатність і надійність

в якості вихідних даних використовуються: витрати часу і праці на технологічні операції ремонтів кожного виду, витрати запасних частин, пально-мастильних матеріалів – за даними первинних хронокарт та кількість ремонтів за задане напрацювання – по даними експлуатаційних і ремонтних документів.

При розрахунку показників ремонтпридатності за результатами ремонтів виробів в процесі ремонту в ремонтних підрозділах в якості вихідних використовують такі дані карт-накопичувачів відомостей про ремонт виробів за розрахунковий період: оперативна тривалість і трудомісткість ремонтів кожного виду; витрата запасних частин, пально – мастильних і допоміжних матеріалів; число ремонтів кожного виду за розрахунковий період.

У розрахунковий період (заданої напрацювання) приймається одна з таких величин:

призначений ресурс до першого капітального ремонту включно;

напрацювання за встановлений термін служби до списання;

один цикл всіх видів технічного обслуговування.

Найбільш повні дані ремонтпридатності машин військового призначення може дати обробка статистичних даних при випробуваннях на ремонтпридатність [15].

Кількісні оцінки показників ремонтпридатності визначаються за результатами спостережень за виробами.

Результати спостережень можуть бути отримані при випробуваннях виробів на ремонтпридатність або на надійність при проведенні технічних обслуговувань в процесі підконтрольної експлуатації, проведення ремонтів.

До цих спостереженнями пред'являються наступні вимоги: інформація повинна бути отримана в заданих умовах виконання ТО і Р по організації, технології, матеріально-технічного забезпечення, кваліфікації обслуговуючого персоналу, умовами навколишнього середовища при дотриманні в процесі експлуатації вимог експлуатаційної документації.

Під час випробувань проводиться аналіз:

тривалості, трудомісткості заміни складальних одиниць;

тривалості перевірки працездатності складальних одиниць;

тривалості виявлення причин відмови;

якості ремонтної технологічності конструкції зразка [9].

Аналіз тривалості $t_{зп}$, трудомісткості $T_{зп}$ складальних одиниць, тривалості перевірки їх працездатності $t_{прі}$ і виявлення причин відмови (пошкодження) $t_{но}$ складальних одиниць може бути проведено шляхом порівняння даних, що наведені в таблиці 1, з максимально допустимими значеннями заміни тривалості, трудомісткості, тривалості перевірки працездатності, тривалості виявлення причин відмови (пошкодження) $t_{но}$, заданими в ТТЗ на виготовлення зразка. В таблиці наведено дані по автомобілю ЗиЛ-131.

Таблиця 1
Характеристики показників ремонтпридатності основних складальних одиниць зразка ВАТ

№ складових одиниць і складові частини	Найменування складальної одиниці (складової частини)	Частота заміни (N)	Показники оцінки відновлюваності			Тривалість перевірки працездатності t_{mi} , год.	Тривалість виявлення причин відмови t_{ne} , год.
			Тривалість заміни t_{zi} , год.	Трудомісткість заміни T_z , люд.-год.	Вартість C_{zi} , грн.		
1	2	3	4	5	6	7	8
I Силова установка							
1	двигун	0,25	8,0	24	1300,00	0,50	0,35
m_1	в середньому по силевій установці	0,25	8,0	24	1300,00	0,50	0,35
II Трансмісія							
1	коробка передач	0,15	3,0	9	800,00	0,25	0,15
2	роздавальна коробка	0,15	3,0	9	850,00	0,20	0,15
3	передній міст	0,10	4,0	16	920,00	0,50	0,15
⋮							
m_2	в середньому по трансмісії	0,13	0,3	11	870,00	0,30	0,20
III Ходова частина							
1	передня підвіска	0,10	4,0	16	970,00	0,45	0,30
2	амортизатор	0,15	1,0	2	250,00	0,20	0,10
3	задня балансірна підвіска	0,05	7,0	28	1400,00	0,50	0,35
4	колеса	0,05	0,5	1	150,00	0,20	0,10
1	2	3	4	5	6	7	8
⋮							
m_3	в середньому по ходовій частині	0,08	0,4	10	700,00	0,30	0,25
IV Електрообладнання, спеціальне обладнання							
1	генератор	0,05	0,3	1	120,00	0,35	0,20
2	стартер	0,05	0,5	1	150,00	0,35	0,20
⋮							
m_4	в середньому по електрообладнанню	0,05	0,4	1	130,00	0,32	0,20
№	в середньому по зразку	0,15	5,0	20	1000,00	0,45	0,30

Примітка. Індеси коефіцієнтів означають: 1, 2, ... - порядкові номери складальних одиниць; I, II, ... N - порядкові номери складових частин виробу.

Контроль характеристик ремонтпридатності складається з етапів планування випробувань, їх проведення та статистичного аналізу результатів спостережень.

Планування випробувань полягає у визначенні умов проведення випробувань і встановлення плану контролю [8]. До умов випробувань відносять: проведення випробувань в реальних умовах експлуатації машини або в штучно створених умовах; використання попутних випробувань або проведення спеціальних випробувань; здійснення робіт штатної технологічним оснащенням або наявної на місцях їх виконання; кваліфікацію виконавців робіт тощо.

Примітка. Індеси коефіцієнтів означають: 1, 2, ... - порядкові номери складальних одиниць; I, II, ... N - порядкові номери складових частин виробу.

Статистична обробка експериментальних даних полягає у визначенні середніх значень показників, що характеризують відновлюваність кожної складальної одиниці та розраховуються за такими формулами

$$T_{zi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_j k_{nj}, \quad (1)$$

де t_{zi} - середня тривалість заміни прийнятої номенклатури i -ої складальної одиниці;
 n - кількість повторних дослідів.

$$t_{npi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{mi}, \quad (2)$$

де T_{zi} - трудомісткість заміни i -ої складальної одиниці;
 n - кількість повторних дослідів.

$$t_{no} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{no}, \quad (3)$$

де t_{npi} - тривалість перевірки працездатності i -ої складальної одиниці;
 n - кількість повторних дослідів;

$$t_{no} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{no}, \quad (4)$$

де t_{no} - тривалість виявлення причин відмови (пошкодження) i -ої складальної одиниці;
 n - кількість повторних дослідів.

Аналіз середньої тривалості, трудомісткості та вартості ремонту зразка здійснюється шляхом порівняння статистичних величин, що отримані, із заданими в ТТЗ [16]. Аналізується ступінь точності оцінки середньої тривалості та трудомісткості за статистичними даними.

Для визначення величин t_e , T_e , C_e використовуються дані, що наведені в таблиці 1, та дані визначення величин, t , T і C , що наведені в ТТЗ на зразок.

Визначається відносна похибка для оцінки величин \bar{t}_a , \bar{T}_a , \bar{C}_a з довірливою імовірністю ($\sigma\beta$) за ГОСТ 27502-89 [4].

$$\sigma\beta = \frac{2m}{\chi_\beta \cdot 2m} - 1, \quad (5)$$

де $\chi_\beta \cdot 2m$ – квантиль (характеристика розкиду) [7] випадкової величини χ^2 розподілу Пирсона [5], що відповідає імовірності β і числу ступенів свободи.

Довірлива імовірність β вибирається такою, що дорівнює 0,8 або 0,9.

Значення $\sigma\beta$ розраховуються за формулою (5) в залежності від $2m$ і β .

Здійснюється аналіз середньої тривалості і трудомісткості ремонту зразка шляхом порівняння отриманих статистичних величин із заданими в ТТЗ. Аналізується ступінь точності $\sigma\beta$ оцінки середньої тривалості та трудомісткості ремонту за статистичними даними.

У такій самій послідовності аналізуються середня тривалість, трудомісткість і вартість ремонту складової частини виробу зі складанням для цієї мети таку саму таблицю, як і таблиця 1, з включенням до неї даних з Журналу обліку ремонту зразка по складових частинах виробу.

При випробуваннях також проводиться якісний аналіз ремонтної технологічності конструкції зразка з метою визначення:

- зручності виконання ремонтних робіт;
- уніфікації складальних одиниць і деталей зразка, в тому числі кріпильних деталей;
- необхідної кваліфікації ремонтників і ремонтного оснащення для ремонту зразка;
- приспосованості зразка до ремонту існуючими військовими рухомими ремонтно-евакуаційними засобами.

Якісний аналіз здійснюється як по зразку в цілому, так і по його складових частинах.

Для полегшення виконання робіт з вивчення та аналізу ремонтної технологічності конструкції зразка попередньо необхідно вивчити типові технологічні рішення конструкції зразка.

Аналіз статистичних даних часу відновлення зразка після бойових пошкоджень показує, що їх розподіл підпорядковується закону Релея [6], де параметром закону розподілу є $\sigma_k = \frac{t_p}{1,253}$ (математичне очікування). Графічно зі збільшенням допустимого часу відновлення зразка збільшується імовірність його відновлення в заданий час до визначеного значення. Збільшення тривалості відновлення зразка в заданий час призводить до зменшення імовірності його відновлення в заданий час.

Оцінка результатів випробувань зразка ВАТ здійснюється по результатах аналізу даних основних показників ремонтпридатності.

Ремонтпридатності надається позитивна оцінка за таких умов.

Середня тривалість і трудомісткість відновлення

$$\bar{t}_a(1 + \sigma\beta) \leq \bar{t}, \quad (6)$$

$$\bar{T}_a(1 + \sigma\beta) \leq \bar{T}, \quad (7)$$

де \bar{t} і \bar{T} – задані в ТТЗ (ТТХ) середні тривалість і трудомісткість відновлення зразка після бойових пошкоджень.

Тривалість, трудомісткість заміни складальних одиниць

$$t_{zi} \leq t_{z \max}, \quad (8)$$

де $t_{z \max}$, $T_{z \max}$ – максимально допустимі тривалість і трудомісткість заміни складальної одиниці, задані в ТТЗ.

Тривалість виявлення причин відмови і перевірки працездатності складальної одиниці

$$t_{noi} \leq t_{no \max}, \quad (9)$$

$$T_{npi} \leq T_{np \max}, \quad (10)$$

де $t_{no \max}$, $T_{np \max}$ – максимально допустимі тривалість виявлення причин відмови та перевірки працездатності складальної одиниці, задані в ТТЗ.

Середня вартість ремонту

$$\bar{C}_a(1 + \sigma\beta) \cdot (1 + k) \leq \bar{C}, \quad (11)$$

де \bar{C} – середнє значення вартості ремонту зразка, задане в ТТЗ

k – коефіцієнт інфляції.

Імовірність виконання ремонту в заданий час

$$P(t_d) \geq P(t_s), \quad (12)$$

де $P(t_s)$ – імовірність виконання ремонту за час t_s , заданий в ТТЗ.

Темп відновлення зразка

$$\tau_a \geq \tau, \quad (13)$$

де τ – темп відновлення зразка, заданий в ТТЗ.

За умови невиконання одного з вищевказаних показників надається негативна оцінка ремонтпридатності зразка ВАТ.

ВИСНОВКИ

Таким чином, основним завданням статистичного аналізу результатів спостережень є перевірка висунутої при плануванні випробувань гіпотези щодо значення оцінюваної характеристики ремонтпридатності. Процедурі перевірки висунутої гіпотези в окремих випадках повинна передувати перевірка гіпотези про вид закону розподілу характеристики і гіпотези про однорідність результатів спостережень в розглянутому експерименті.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Ремонтпригодность машин / Волков Н.П. – М.: Машиностроение, 1975. – С.3-10.
2. Обеспечение восстанавливаемости и ремонтпригодности машин военного назначения / Шишанов М.А., Мельник Б.А., Кобяков Л.И. // Озброєння та

- військова техніка: щоквартальний науково-технічний журнал / ЦНДІ ОВТ ЗСУ 2015. №4 (8). С.67-71.
3. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 92 с.
 4. Розробка структури вимог до ремонтпридатності озброєння та військової техніки на основі системного аналізу процесу їхнього ремонту / Мельник Б.О. // Озброєння та військова техніка: щоквартальний науково-технічний журнал / ЦНДІ ОВТ ЗСУ 2017. №4 (16). С.79-83.
 5. Надежность и эффективность в технике. Том 8. Эксплуатация и ремонт. / Кузнецова В.И., Барзилович Е.Ю. – М.: Машиностроение, 1990 – С.238-253.
 6. Методические основы расчета исходных данных для подготовки к выполнению восстановительного ремонта. / Шишанов М.А., Деркач И.И., Соловей О.О. // Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ: тези доповіді на міжнародній науково-технічній конференції (14-16 травня 2014 р.) / Академія сухопутних військ ім. гетьмана П.Сагайдачного. – Львів: АСВ, 2013. – С. 89 – 90.
 7. Методологічні аспекти забезпечення надійності озброєння та військової техніки. / Шишанов М.А., Оністрат О.А. // Третя Всеукраїнська науково-технічна конференція «Перспективи розвитку озброєння та військової техніки» (Академія Сухопутних військ ім.гетьмана П.Сагайдачного, м. Львів, 2010 р.) стор. 236.
 8. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения Т. 4. Методология исследования сложных систем военного назначения / Шишанов М.А., Лапицкий С.В., Кучинский А.В., Оленович И.Ф., Чепков И.Б., Васьяковский М.И., Гурнович А.В., Бисык С.П., Куприненко А.Н.// Монографія – К.: Издательский дом Дмитрия Бурого, 2013 – 250 с.
 9. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. Т. 9. Прикладные аспекты испытаний и теоретико-экспериментальных исследований вооружения и военной техники / Шишанов М.А., Лапицкий С.В., Кучинский А.В., Оленович И.Ф., Чепков И.Б., Васьяковский М.И., Гурнович А.В., Бисык С.П., Куприненко А.Н.// Монографія – К.: Издательский дом Дмитрия Бурого, 2015 – 178 с.
 10. ДСТУ В 3576-97 Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення.
 11. Введение в теорию массового обслуживания. 2-е изд. / Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. – М. Наука, 1991. – С.26-32.
 12. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. Т. 10. Система полигонных испытаний вооружения и военной техники: методологические основы. / Шишанов М.А., Чепков И.Б., Лапицкий С.В., Куприненко А.Н., Олиярник Б.А., Башинский В.Г., Гуляев А.В., Котляр С.С. // Монографія – К.: Издательский дом Дмитрия Бурого, 2016 – 201 с.
 13. ГОСТ 27502-89 Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений. – 35с.
 14. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. / Венцель Е.С., Овчаров Л.А. – М. Наука 1991 – С.145.
 15. Теория вероятностей. / Венцель Е. – М. «Наука», 1969 – С.124-127.
 16. Справочник по вероятностным распределениям / Вадзинский Р.Н. 1992 – С.45-49.

REFERENCES

1. Volkov N.P. «Maintainability machines» / Volkov NP. – М.: Mashinostroenie, 1975. – P.3-10.
2. Shishanov MA, Melnyk B.A., Kobayakov L.I. Maintenance of restorability and maintenance of military vehicles / Shishanov M.A. – Arms and military equipment: qv. Sci.-Tech. journ / TSNDI VVT of the Armed Forces of Ukraine 2015. No. 4 (8). P.67-71.
3. State Standart of Ukraine (1994), «2860-94 Nad_in_st tehniki. Termini and Attributes», Kyiv, 92 p.
4. Melnyk B.O. Development of the structure of the requirements for the maintenance of armament and military equipment on the basis of system analysis of the process of their repair / Melnik BO – Arms and military equipment: qv. Sci.-Tech. journ / TSNDI of the Army of the Armed Forces of Ukraine 2017. No. 4 (16). P.79-83.
5. Kuznetsova V.I. «Reliability and efficiency in technology. Volume 8. Maintenance and repair». / Kuznetsova V.I., Barzilovich E.Yu. // М.: Mashinostroenie, 1990 – P.238-253.
6. Shishanov MA, Derkach I.I., Solovey O.O. Methodical bases for calculation of initial data for preparation for performing repairs. Abstracts of the report. Prospects for the Development of Arms and Military Equipment of Land Forces: Abstracts of the Report at the International Scientific and Technical Conference (May 14-16, 2014) / Academy of Land Forces named after hetman P.Sagaydachny. – Lviv: ASA, 2013. – P. 89 – 90.
7. Shishanov MA, Onistrat O.A. Methodological aspects of ensuring the security of weapons. Abstracts of the report. Third All-Ukrainian Scientific and Technical Conference «Prospects for the Development of Arms» (Academy of Land Forces named after Hetman P.Sagaydachny, Lviv, 2010) P. 236.
8. Basics of military-technical research. Theory and Applications T. 4. Methodology for the study of complex military systems / Shishanov MA, Lapitsky SV, Kuchinsky AV, Olenovich IF, Chepkov IB, Vaskovsky M.I., Gurnovich A.V., Bisyk S.P., Kuprinenko A.N. // Monographs – К.: Dmitry Burago Publishing House, 2013 – P.250.
9. Basics of military-technical research. Theory and applications. V. 9. Applied Aspects of Testing and Theoretical-Experimental Studies of Armaments and Military Equipment / Shishanov MA, Lapitsky SV,

- Kuchinsky AV, Olenovich IF, Chepkov IB, Vaskovsky M .I., Gurnovich A.V., Bisyk S.P., Kuprinenko A.N. // Monographs – К .: Dmitry Burago Publishing House, 2015 – P.178.
10. DSTU 3576-97 Exploitation and repair of military equipment. Terms and definitions.
 11. Gnedenko B.V., Kovalenko I.N. Introduction to the theory of mass service. 2nd ed. / Gnedenko B.V. – М. Nauka, 1991. P.26-32.
 12. Basics of military-technical research. Theory and applications. T. 10. The system of field tests of weapons and military equipment: a methodological basis. / Shishanov MA, Chepkov IB, Lapitsky SV, Kuprinenko A.N., Oliyarnik B.A., Bashinsky V.G., Gulyaev AV, Kotlyar S.S. // Monographs – К .: Dmitry Burago Publishing House, 2016 – P.201.
 13. Gos Standart (1989), «27502-89 Reliability in engineering. The system of collecting and processing information. Planning Observations», 35 p.
 14. Wenzel E.S., Ovcharov L.A. Theory of random processes and its engineering applications. / Ventsel E.S. – М. Nauka 1991 – p.145.
 15. Wenzel E. Theory of probability. / Wenzel E. – М. «Science», 1969 – P.124-127.
 16. Vadzinsky R.N. Handbook of probability distributions / Vadzinsky R.N. 1992 – P.45-49.

Відомості про авторів**Шишанов Михайло Олексійович**

доктор технічних наук, професор
 провідний науковий співробітник
 Центральний науково-дослідний інститут озброєння та
 військової техніки Збройних Сил України,
 Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7121-3666>

Mychailo Shishanov

Doctor of Technical Sciences, Professor
 Lead Researcher
 Central scientific research institute of armaments and military
 equipment of Armed Forces of Ukraine,
 Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7121-3666>

Веретнов Андрій Олександрович

ад'юнкт (штатний) науково-організаційного відділу
 Центральний науково-дослідний інститут озброєння та
 військової техніки Збройних Сил України,
 Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0160-7325>
 e-mail: andreiveretnov777.7@gmail.com

Andrei Veretnov

ad'yunkt (state) of science-organizational activity
 Central scientific research institute of armaments and military
 equipment of Armed Forces of Ukraine,
 Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0160-7325>
 e-mail: andreiveretnov777.7@gmail.com

Стаття надійшла до редколегії 05.04.2019 р.

Рецензент Б. П. Креденцер, д-р техн. наук, професор
 (Військовий інститут телекомунікацій
 та інформатизації, м. Київ)
<https://orcid.org/0000-0003-1920-2107>

Рецензент М.І. Васьківський, д-р техн. наук,
 професор
 (Центральний науково-дослідний інститут озброєння
 та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)
<https://orcid.org/0000-0002-2430-8478>