

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.223-231>

УДК 355:51-77/519.213

О.М. Семененко¹, д.військ.н., с.н.с.**М.О. Слюсаренко¹**, к.т.н**А.Є. Єфименко²**, к.військ.н., доц.**О.Г. Водчиць³**, к.т.н., доц.**М.О. Поливода³**¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна²Військова академія (м. Одеса), Україна³Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАНИХ ОРГАНІВ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІКИ БОЙОВОЇ ОБСТАНОВКИ

У статті авторами наданий методичний підхід до прогнозування продуктивності ремонтно-відновлюваних органів з урахуванням динаміки бойової обстановки. Військова техніка може виходити з ладу через різні причини: внаслідок обмеженої технічної надійності у мирний час, через вогневий впливу з боку противника під час ведення бойових дій, або за сумісного впливу обох цих факторів. Досягнення необхідної безвідмовності техніки це більше ускладнюється з урахуванням умов бойової обстановки (зовнішніх факторів), у яких може перебувати техніка. Авторами запропоновано ймовірність виходу з ладу техніки у результаті обмеженої технічної (власної) надійності або за рахунок вогневого впливу з боку противника у ході бойових дій військ, а також за сумісного впливу на її стан розглянутих факторів, визначати як ймовірність двох сумісних подій. Наданий варіант моделювання безвідмовності у мирний час та в умовах бойових дій. Отримано рівняння ймовірності безвідмовної роботи техніки протягом часу її безперервної роботи, звідки знаходиться граничні та припустимі значення відносних погодинних бойових втрат техніки. Використовуючи це, знаходиться кількість техніки, яка виведена з ладу тільки за рахунок вогневого впливу на них з боку противника для майбутнього планування роботи ремонтно-відновлювальних органів. Тобто значні очікувану величину ремонтного фонду можна спрогнозувати продуктивність ремонтно-відновлюваних органів з урахуванням бойової обстановки.

Предметом подальшого дослідження може бути розгляд інших факторів, які впливають на продуктивність ремонтно-відновлюваних органів. Це може бути навченість особового складу, фінансова складова, застосування знеособленого ремонту у військах.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, безвідмовність, ремонтно-відновлювані органи, середній час наробітку до відмови, співвідношення техніки, бойовий вплив противника, обмежена технічна надійність.

Постановка проблеми

Військова техніка може виходити з ладу через різні причини: внаслідок обмеженої технічної надійності у мирний час, через вогневий впливу з боку противника під час ведення бойових дій, або за сумісного впливу обох цих факторів. У мирний час у Збройних Силах (ЗС) України вихід озброєння та військової техніки (ОВТ) з ладу значною мірою обумовлений тривалістю перебування її в експлуатації, оскільки на зразках спостерігаються процеси погіршення технічного стану елементів та матеріалів через їх старіння та зношення. Станом на сьогодні ЗС України на 90-95% укомплектовані різними видами ОВТ відповідно до штатної потреби, але понад 60% техніки перебуває в експлуатації понад 15 років [1]–[4]. Аналіз сучасного технічного стану ОВТ показав, що значна кількість відмов зразків ОВТ відбувається із-за обмежень щодо технічної надійності цих зразків [1]–[9]. У більшості таких випадків, задачі відповідних ремонтно-відновлювальних органів будуть зводитися до своєчасного відновлення технічної готовності виведених з ладу зразків ОВТ, причому складніше ця задача буде розв'язуватися стосовно техніки, що відмовила внаслідок вогневого впливу на неї з боку противника. У зв'язку з чим, ремонтно-відновлювальні органи будуть

зайняті, здебільшого, відновленням саме цих зразків ОВТ. Тому формування підходів до вирішення задачі щодо підтримання техніки у працездатному стані в сучасних динамічних умовах обстановки, в яких вона функціонує, а також пошук шляхів підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування та ремонту, тобто продуктивної роботи ремонтно-відновлюваних органів, є актуальним та своєчасним завданням сьогодення.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Питання удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту ОВТ відображені в численній літературі, як теоретичного, так і прикладного характеру. Так у [1] автори наводять порівняльний аналіз сучасних систем технічного обслуговування і ремонту машин інженерного озброєння ЗС України. У роботах [2] та [3] з різних позицій розглядають роль і місце системи технічного обслуговування та ремонту в системі технічного забезпечення військ, аналізують особливості її функціонування. Варіант визначення кількості запасних частин, необхідних для компенсації бойових пошкоджень зразків озброєння та військової техніки у ремонтних органах різних рівнів надають автори у [4].

Порядок відновлення, ремонту, модернізації, збільшення установленого ресурсу та продовження терміну служби (зберігання) озброєння, військової і спеціальної техніки надається у [5]. Питання формування контрактних цін ремонту авіаційної техніки військового призначення у рамках сервісного обслуговування стосовно державного замовлення висвітлюють автори у [6]. Автор у [7] розглядає основні проблеми, які існують на підприємствах машинобудування під час проведення ремонтних робіт. Окрема увага приділяється питанню автоматизації роботи ремонтної служби. Але у даних роботах не розкриті питання щодо розрахунку необхідного (наявного) ремонтного фонду з урахуванням динаміки бойової обстановки, в якій функціонують зразки ОВТ. Особливої актуальності це питання набирає в умовах безпосереднього застосування частин та підрозділів ЗС України на сході країни, де зразки ОВТ постійно функціонують та підлягають впливам з боку противника.

Постановка завдання

Тому, метою статті є формування методичного підходу до вирішення задач прогнозування продуктивності ремонтно-відновлюваних органів з урахуванням динаміки бойової обстановки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Досягнення необхідної безвідмовності ОВТ ще більше ускладнюється з урахуванням умов бойової обстановки (зовнішніх факторів), у яких може перебувати техніка. У цьому випадку вона може виходити з ладу в разі роздільного або сумісного впливу на неї внутрішніх та зовнішніх факторів. Тоді ймовірність виходу з ладу ОВТ у результаті обмеженої технічної (власної) надійності або за рахунок вогневого впливу з боку противника у ході бойових дій військ, а також за сумісного впливу на її стан розглянутих факторів, визначається як ймовірність двох сумісних подій [8]:

$$Q^0 = Q_H + Q_\beta - Q_H \cdot Q_\beta = 1 - P^0, \text{ або } P^0 = 1 - Q_H + Q_\beta - Q_H \cdot Q_\beta \quad (1)$$

де Q^0 – ймовірність здійснення двох сумісних та незалежних подій: відмови ОВТ у результаті вогневого впливу з боку противника, відмови за рахунок обмеженої технічної надійності ОВТ, а також відмови за здійснення обох цих подій одночасно; Q_H – ймовірність відмови ОВТ за рахунок тільки обмеженої технічної надійності; Q_β – ймовірність відмови ОВТ за рахунок тільки впливу з боку противника; P^0 – ймовірність безвідмовної роботи ОВТ під впливом даних подій.

Моделювати безвідмовність ОВТ як на стадії її проектування, так і під час випробувань, тобто, в умовах мирного часу, без урахування умов бойової обстановки, доцільно здійснювати з використанням розподілу Вейбулла, що дозволяє більш коректно обчислити значення середнього часу наробітку до відмови ОВТ з урахуванням старіння та зношення її комплектуючих. У той же час, відмову ОВТ за рахунок впливу на неї з боку противника можна вважати практично не залежною від її стану, стану її комплектуючих, отже, за розподіл часу наробітку до відмови у цьому випадку може бути прийнятий експоненціальний [9].

Тобто, ймовірність відмови ОВТ за рахунок її обмеженої технічної надійності за вейбуллівського розподілу випадкової величини часу \tilde{T} безвідмовної роботи буде дорівнювати

$$Q_H(\tilde{T} < t) = 1 - e^{-\theta \cdot t^\alpha} = 1 - P_H(t), \quad (2)$$

де P_H – ймовірність безвідмовної роботи ОВТ протягом часу t (год) безперервної роботи ОВТ з урахуванням обмеженої технічної надійності, тобто $P_i = e^{-\theta \cdot t^\alpha} = e^{-\frac{1}{T} t^\alpha}$; θ – параметр розподілу Вейбулла, який у даному випадку замінює інтенсивність λ відмов ОВТ за рахунок обмеженої технічної надійності; \tilde{T} – випадкова величина часу наробітку до відмови ОВТ за рахунок її обмеженої технічної надійності; T – величина середнього часу наробітку до відмови ОВТ з урахуванням усіх факторів, які впливають на її стан.

Ймовірність відмови ОВТ за рахунок вогневого впливу з боку противника за експоненціального розподілу випадкової величини часу безвідмовної роботи становитиме:

$$Q_\beta(t) = 1 - e^{-\varepsilon \cdot t} = 1 - P_\beta(t), \quad (3)$$

де ε – узагальнена величина відносних погодинних бойових втрат техніки у результаті вогневого впливу на них з боку противника протягом часу t (год.) безперервної роботи ОВТ, інакше, це параметр закону розподілу \tilde{T}_β випадкової величини часу безвідмовної роботи ОВТ у результаті вогневого впливу з боку противника у ході бойових дій військ (сил).

Підставляючи (2) та (3) у (1) отримуємо ймовірність безвідмовної роботи СВУ протягом часу t год її безперервної роботи

$$P^0(t) = e^{-(\theta \cdot t^\alpha - 1 + \varepsilon) \cdot t} = e^{-\left(\frac{1}{T} t^\alpha - 1 + \varepsilon\right) \cdot t} \geq P_{ПОТР}, \quad (4)$$

де $P_{ПОТР}$ – необхідне (потрібне) значення ймовірності безвідмовної роботи СВУ в умовах урахування як обмеженої технічної надійності, так і вогневого впливу з боку противника

З (4) знаходимо значення величини середнього часу наробітку до відмови ОВТ з урахуванням усіх факторів, які впливають на її стан а також граничні та припустимі значення відносних погодинних бойових втрат техніки ε . Знаючи значення ε можна визначити кількість ΔN_β виведених з ладу ОВТ тільки за рахунок вогневого впливу на них з боку противника протягом часу t безперервної роботи техніки для майбутнього планування роботи ремонтно-відновлювальних органів.

Ця кількість може бути визначена таким чином:

$$\Delta N_\beta = Q_\beta \cdot (1 - Q_H) \cdot N_0, \quad (5)$$

де N_0 – кількість ОВТ у підрозділі до початку бойових дій.

У той же час ОБТ у ході бойових дій можуть виходити з ладу і внаслідок тільки обмеженої технічної надійності. У цьому випадку кількість техніки, що відмовила протягом часу t безперервної роботи тільки з цієї причини, визначається так:

$$\Delta N_H = Q_H \cdot (1 - Q_\beta) \cdot N_0, \quad (6)$$

Певна кількість ОБТ $\Delta N_{H\beta}$ може бути виведена з ладу як за рахунок обмеженої технічної надійності, так і одночасно внаслідок вогневого впливу на них з боку противника

$$\Delta N_{H\beta} = Q_H \cdot Q_\beta \cdot N_0. \quad (7)$$

Вочевидь, що з підвищенням середнього часу наробітку до відмови ОБТ кількість ΔN_H виведених з ладу внаслідок тільки обмеженої технічної надійності буде знижуватися. Враховуючи, що ймовірність події, яка пов'язується з виникненням величини $\Delta N_{H\beta}$, значно нижча порівняно з ймовірностями виникнення величин ΔN_H , ΔN_β , а також приймаючи, що робота ремонтно-відновлювальних органів буде пов'язана в основному із відновленням технічної готовності ОБТ, виведених з ладу внаслідок дії на них з боку противника, можна вважати у цьому випадку $\Delta N_{H\beta} \approx 0$.

У зв'язку з цим важливим стає питання, що стосується планування виробничої діяльності ремонтно-відновлювальних органів. Виходячи з прогнозованої величини ремонтного фонду озброєння з пошкодженнями внаслідок обмеженої технічної надійності, за рахунок вогневого впливу на озброєння з боку противника, або пошкодженого за сумісного впливу на стан озброєння обох факторів, прогнозується продуктивність ремонтно-відновлювальних органів. При цьому, необхідно визначити до якого ступеню можна прогнозувати цю продуктивність залежно від характеру пошкоджень ОБТ. Або інакше, як вплине досягнута величина середнього часу безвідмовної роботи ОБТ на характер її пошкодження, як зміниться величина T з урахуванням втрат (відмов) у результаті обмеженої технічної надійності порівняно з величиною відносних втрат ε за рахунок вогневого впливу з боку противника.

Нехай при плануванні величини часу T наробітку до відмови ОБТ передбачається, що значення ΔN_H повинно бути у σ разів меншим ніж значення ΔN_β , тобто щоб виконувалося таке співвідношення:

$$\frac{\Delta N_H}{\Delta N_\beta} = \frac{Q_H \cdot (1 - Q_\beta)}{Q_\beta \cdot (1 - Q_H)} \leq \sigma, \quad \sigma > 0, \quad (8)$$

або з урахуванням (5) та (6)

$$\begin{aligned} \frac{\Delta N_H}{\Delta N_\beta} &= \frac{Q_H \cdot (1 - Q_\beta)}{Q_\beta \cdot (1 - Q_H)} = \frac{\left(1 - e^{-\frac{1}{T} \cdot t^\alpha}\right) \cdot e^{-\varepsilon \cdot t}}{\left(1 - e^{-\varepsilon \cdot t}\right) \cdot e^{-\frac{1}{T} \cdot t^\alpha}} = \\ &= \frac{1 - e^{-\frac{1}{T} \cdot t^\alpha}}{1 - e^{-\varepsilon \cdot t}} \cdot e^{-\left(\varepsilon - \frac{1}{T} \cdot t^\alpha - 1\right) \cdot t} = \frac{e^{-\left(\varepsilon - \frac{1}{T} \cdot t^\alpha - 1\right) \cdot t}}{1 - e^{-\varepsilon \cdot t}} \leq \sigma \end{aligned} \quad (9)$$

Звідки

$$e^{-\left(\varepsilon - \frac{1}{T} \cdot t^{\alpha-1}\right) \cdot t} \leq e^{-\varepsilon \cdot t} + \sigma \cdot (1 - e^{-\varepsilon \cdot t}), \quad (10)$$

Логарифмуючи цей вираз, одержимо значення часу T наробітку до відмови ОВТ в даних умовах застосування техніки протягом t її безперервної роботи

$$T \geq \frac{t^{\alpha}}{\varepsilon \cdot t + \ln \left[e^{-\varepsilon \cdot t} + \sigma \cdot (1 - e^{-\varepsilon \cdot t}) \right]}, \quad (11)$$

за $\sigma > 0$.

Саме за такого значення T буде виконана умова $\frac{\Delta N_H}{\Delta N_{\beta}} \leq \sigma$.

Оцінимо тепер значення ймовірності $Q_H(t)$ відмови та ймовірності безвідмовної роботи $P_H(t)$ ОВТ за $\alpha = 1$, $\varepsilon = 0$ (тобто з урахуванням тільки обмеженої технічної надійності техніки), наприклад, за $t = 5$ год та $T_{CP} = 98$ год:

$$Q_H(t) = 1 - e^{-\theta \cdot t^{\alpha}} = 1 - e^{-\frac{1}{T} \cdot t^{\alpha}} = 1 - e^{-\frac{1}{T} \cdot t} = 0,0487,$$

$$P_H(t) = Q_H(t) = e^{-\frac{1}{T} \cdot t^{\alpha}} = e^{-\frac{1}{T} \cdot t} = 0,9513.$$

Вочевидь, що за $\varepsilon = 0$ ймовірність виходу з ладу за рахунок впливу на ОВТ з боку противника

$$Q_{\beta}(t) = 1 - e^{-\varepsilon \cdot t} = 0,$$

тому визначати величину σ у цьому випадку втрачає сенс.

Оцінимо тепер подібну ж ймовірність за $\alpha = 1,4$, $\varepsilon = 0$, наприклад, за тих же $t = 5$ год та $T_{CP} = 98$ год:

$$Q_H(t) = 1 - e^{-\theta \cdot t^{\alpha}} = 1 - e^{-\frac{1}{T} \cdot t^{\alpha}} = 0,0926,$$

$$P_H(t) = Q_H(t) = e^{-\frac{1}{T} \cdot t^{\alpha}} = 0,9074.$$

Вочевидь, що за $\varepsilon = 0$ ймовірність виходу з ладу за рахунок впливу на ОВТ з боку противника також дорівнює нулю

$$Q_{\beta}(t) = 1 - e^{-\varepsilon \cdot t} = 0,$$

тому визначати величину σ і у даному випадку втрачає сенс.

Зазначимо, що одержані показники безвідмовності ОВТ за $\alpha = 1,4$ стають нижчими, тобто гіршими ніж показники за $\alpha = 1$, що природно.

Знайдемо тепер дані показники безвідмовності СВУ за $\varepsilon \neq 0$ враховуючи при цьому, що за певного значення T_{CP} можна досягти того чи іншого співвідношення $\frac{\Delta N_H}{\Delta N_\beta} \leq \sigma$.

Розрахуємо ймовірності, які розглядаються за $\alpha = 1,4$, $t = 5$ год та, наприклад, за $T_{CP} = 480$ год, $\varepsilon = 0,0063$.

У цьому випадку ймовірність $Q_H(t)$ відмови та ймовірність $P_H(t)$ безвідмовної роботи ОВТ за рахунок обмеженої технічної надійності, на відміну від попередніх значень, будуть дорівнювати:

$$Q_H(t) = 1 - e^{-\theta \cdot t^\alpha} = 1 - e^{-\frac{1}{T} \cdot t^\alpha} = 0,0196;$$

$$P_H(t) = Q_H(t) = e^{-\frac{1}{T} \cdot t^\alpha} = 0,9804.$$

У той же час за $\varepsilon = 0,0063$ ймовірність $Q_\beta(t)$ виходу з ладу ОВТ за рахунок вогневого впливу на неї з боку противника та ймовірність $P_\beta(t)$ збереження її боєздатного стану за $t = 5$ год будуть такі:

$$Q_\beta(t) = 1 - e^{-\varepsilon \cdot t} = 0,0310;$$

$$P_\beta(t) = 1 - Q_\beta(t) = 0,9690.$$

Тоді очікувана величина σ за цих вихідних даних ($T_{CP} = 480$ год, $\varepsilon = 0,0063$, $\alpha = 1,4$, $t = 5$ год) становитиме

$$\frac{\Delta N_H}{\Delta N_\beta} = \frac{Q_H \cdot (1 - Q_\beta)}{Q_\beta \cdot (1 - Q_H)} = \frac{Q_H \cdot P_\beta(t)}{Q_\beta \cdot P_H(t)} = \frac{0,0190}{0,0304} = 0,625$$

або

$$\frac{\Delta N_\beta}{\Delta N_H} = 1,6,$$

тобто очікувана величина ремонтного фонду ОВТ ΔN за рахунок вогневого впливу на них з боку противника за розглянутих вихідних даних ($T_{CP} = 480$ год, $\varepsilon = 0,0063$, $\alpha = 1,4$, $t = 5$ год) у 1,6 рази перевищує величину ремонтного фонду ОВТ, що утворюється внаслідок обмеженої технічної надійності техніки. Інші значення $T_{CP} = T$ за $\alpha = 1,4$, $t = 5$ год наведені у табл. 1. Ці відомості дозволять більш планово організувати та здійснити роботу ремонтно-відновлювальних органів у ході бойових вій військ, тим самим підвищити боєздатність, живучість військового формування.

Таблиця 1

Значення наробітку до відмови для заданих співвідношення σ , необхідного (потрібного) значення ймовірності безвідмовної роботи та часу безперервної роботи $t = 5$ год

Можливі значення σ	Можливі значення $P_{ПОТР}$				
	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
1	33 ($\varepsilon = 0,0450$)	49 ($\varepsilon = 0,0325$)	81 ($\varepsilon = 0,0211$)	95 ($\varepsilon = 0,0010$)	186 ($\varepsilon = 0$)
0,5	45 ($\varepsilon = 0,0597$)	68 ($\varepsilon = 0,0435$)	116 ($\varepsilon = 0,0282$)	264 ($\varepsilon = 0,0137$)	362 ($\varepsilon = 0,0050$)
0,45	47 ($\varepsilon = 0,0619$)	73 ($\varepsilon = 0,0451$)	125 ($\varepsilon = 0,0293$)	280 ($\varepsilon = 0,0142$)	469 (481) ($\varepsilon = 0,0062$)
0,4	50 ($\varepsilon = 0,0643$)	77 ($\varepsilon = 0,0468$)	134 ($\varepsilon = 0,0303$)	307 ($\varepsilon = 0,0147$)	643 ($\varepsilon = 0,0073$)
0,3	59 ($\varepsilon = 0,0700$)	93 ($\varepsilon = 0,0509$)	161 ($\varepsilon = 0,0328$)	381 ($\varepsilon = 0,0159$)	744 ($\varepsilon = 0,0077$)
0,2	76 ($\varepsilon = 0,0771$)	122 ($\varepsilon = 0,0558$)	221 ($\varepsilon = 0,0359$)	952 ($\varepsilon = 0,0190$)	1082 ($\varepsilon = 0,0085$)

Як бачимо, із збільшенням $P_{ПОТР}$ за будь-якого значення σ потрібна величина T збільшується, що природно. Із зменшенням σ , тобто за зменшення ΔN_H за будь-якого значення $P_{ПОТР}$ потрібна величина T повинна збільшуватися, що також природно.

Висновки

Таким чином, у статті запропоновано методичний підхід до прогнозування продуктивності ремонтно-відновлюваних органів з урахуванням динаміки бойової обстановки. Знаючи очікувану величину ремонтного фонду можна спрогнозувати продуктивність ремонтно-відновлюваних органів з урахуванням бойової обстановки. Урахування співвідношення між кількістю техніки, яка вийшла з ладу через обмежену технічну надійність та кількістю техніки, що вийшла за ладу через бойові пошкодження дає змогу обирати значення середнього часу наробітку до відмови техніки, що дозволяє підвищити ефективність створюваної у бойових умовах системи відновлення пошкоджених у ході бойових дій ОВТ, поліпшити планування виробничої діяльності ремонтно-відновлювальних органів, використовуваних для цього, тобто підвищити в цілому боєздатність військового формування, наприклад, у процесі відбиття нальоту засобів повітряного нападу на війська (об'єкти), що прикриваються. За завдання величини σ можливо здійснити розрахунок необхідної для цього величини наробітку до відмови.

Перспективи подальших досліджень

Предметом подальшого дослідження може бути розгляд інших факторів, які впливають на продуктивність ремонтно-відновлюваних органів. Це може бути навченість особового складу, фінансова складова, застосування знеособленого ремонту у військах.

Список використаних джерел

1. Кривцун В. І., Нагачевський В. Й., Баранов А. М. Порівняльний аналіз існуючих систем технічного обслуговування і ремонту машин інженерного озброєння // Зб. наук. пр. Академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного: Вісник машинобудування та транспорту. Львів, 2015. № 1. С. 33-44.

2. Поляков А. П., Хазанович О. І., Чепак О. Г. *Методика планування технічного обслуговування бронетанкового озброєння і техніки* // Труди академії: Київ, 2004. № 53. С. 240-243.
3. Поляков А. П., Чепак О. Г., Карабін С. В. *Методика визначення аналітичної залежності параметра потоку відмов на зразках БТОТ від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації* // Труди академії: Київ, 2004. № 49. С. 288-292.
4. Мальцев В. А., Нестеров В. Н. *Особенности определения требуемого состава и количества запасных частей для ремонта образцов военной техники* // Известия ТулГУ. Технические науки. Тула, 2015. Вып. 2. С. 118-127.
5. *Про внесення змін до Порядку відновлення, ремонту, модернізації, збільшення установленого ресурсу та продовження строку служби (зберігання) озброєння, військової і спеціальної техніки, за якими не здійснюється авторський нагляд, та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України: постанова Кабінету міністрів України від 26 липня 2018 р. № 591. Київ. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/KP180591> (дата звернення: 26.02.2020).*
6. Шубин М. В., Ермаков Е. А. *Методический подход к расчёту контрактной цены ремонта авиационной техники военного назначения с учётом результатов оценки её технического состояния* // Проблемы экономики и менеджмента: Россия, Ижевск, 2014. № 5(33). С. 105-113. URL: cyberleninka.ru (дата звернення: 26.02.2020).
7. Купцов А. В. *Методика снижения затрат на проведение ремонтных работ в машиностроении* // Экономический анализ: теория и практика. Москва, 2010. № 40 (205). С. 14-17.
8. Вентцель Е. С. *Теория вероятностей: учебник. Москва: Основы, 1964. 576 на Олександрівна. Київ: Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, 2015. 192 с.*
9. Слюсаренко М. О. *Розвиток методів математичного моделювання процесу зміни безвідмовності бойових засобів зенітних ракетних військ з урахуванням вогневого впливу противника: дис. ... канд. техніч. наук: 01.05.02 / Слюсаренко Марина Олександрівна. Київ: Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, 2015. 192 с.*

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ БОЕВОЙ ОБСТАНОВКИ

О. Семененко, М. Слюсаренко, А. Ефименко, О. Водчиц, М. Поливода

В статье авторами предложен методический подход к прогнозированию производительности ремонтно-восстановительных органов с учетом динамики боевой обстановки. Военная техника может выходить из строя по разным причинам: из-за ограниченной технической надежности в мирное время, по причине огневого влияния со стороны противника при ведении боевых действий, или совместного влияния обоих этих факторов. Достижение необходимой безотказности техники еще больше осложняется с учетом условий боевой обстановки (внешних факторов), в которых может находиться техника. Авторами предложено вероятностный выход из строя техники в результате ограниченной технической (собственной) надежности и за счет огневого воздействия со стороны противника в ходе боевых действий войск, а также при совместном влиянии на его состояние рассмотренных факторов, определять как вероятность двух совместных событий. Приведенный в статье вариант моделирования безотказности в мирное время и в условиях боевых действий. В статье получены уравнения вероятности безотказной работы техники в течение времени ее непрерывной работы, откуда находится предельные и допустимые значения относительных почасовых боевых потерь техники. Используя это, находится количество техники, выведенной из строя только за счет огневого воздействия на них со стороны противника для будущего планирования работы ремонтно-восстановительных органов. То есть, зная ожидаемую величину ремонтного фонда можно спрогнозировать производительность ремонтно-восстановительных органов с учетом боевой обстановки.

Предметом дальнейшего исследования может быть рассмотрение других факторов, влияющих на производительность ремонтно-восстановительных органов. Это может быть обучаемость личного состава, финансовая составляющая, применение обезличенного ремонта в войсках.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, безотказность, ремонтно-восстановительные органы, среднее время наработки до отказа, соотношение техники, боевой влияние противника, ограниченная техническая надежность.

METHODOLOGICAL APPROACH TO PREDICTING THE PRODUCTIVITY OF REPAIR AND RESTORATION BODIES, TAKING INTO ACCOUNT THE DYNAMICS OF THE BATTLE FITTING

O. Semenenko, M. Sliusarenko, A. Efimenko, O. Vodchits, M. Polyvoda

In the article, the authors provide a methodological approach to predicting the performance of repair and restoration bodies, taking into account the dynamics of the combat situation. Military equipment can fail for various reasons: due to limited technical reliability in peacetime, due to fire influence from the enemy in the conduct of hostilities, or the combined influence of both of these factors. Achieving the necessary reliability of equipment is even more complicated given the conditions of the combat situation (external factors) in which the equipment may be located. The authors proposed the probability of equipment failure as a result of limited technical (in-house) reliability and due to fire action by the enemy in the course of hostilities, as well as with the combined influence of the considered factors on his condition, defined as the probability of two joint events. Provided version of the simulation of reliability in peacetime and in combat. Equations of the probability of equipment uptime during its continuous operation are obtained, from where the limit and allowable values of the relative hourly combat losses of the equipment are found. Using this, the amount of equipment incapacitated only due to the fire impact on them from the enemy is found for future planning of the work of repair and restoration bodies. That is, knowing the expected value of the repair fund, it is possible to predict the performance of repair and restoration bodies taking into account the combat situation.

The subject of further research may be the consideration of other factors affecting the performance of repair and restoration organs. This may be the training of personnel, the financial component, the use of depersonalized repair in the troops.

Keywords: weapons and military equipment, reliability, repair and restoration bodies, mean time between failures, equipment ratio, enemy combat influence, limited technical reliability.