

УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЇЇ ЯКОСТІ

У статті розглянуто особливості обґрунтування складових науково-методичного апарату управління технічним станом військової техніки в умовах ведення бойових дій та показників якості управління технічним станом військової техніки.

Під час вибору показників оцінки технічного стану військової техніки враховували: - по-перше те, що до складу військової техніки входить велика кількість різних технічних зразків; - по-друге, визначення показників для оцінки якості управління технічним станом, тобто готовності зразків військової техніки до використання, а також показника для оцінки ефективності їх відновлення, за умови виходу з ладу. Крім того було обґрунтовано залежність між цими показниками.

Ключові слова: військова техніка, коефіцієнта технічного використання, коефіцієнтом технічної готовності.

Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, що пов'язані з управлінням технічним станом і відновленням військової техніки (ВТ), обґрунтування складових науково-методичного апарату управління технічним станом ВТ в умовах ведення бойових дій та показників якості управління технічним станом ВТ набуває все більшої актуальності. Це пов'язано з наявністю досить великої кількості ВТ в ЗС України, до якої відносять відповідно всі технічні засоби, які призначені для забезпечення бойових дій, навчання військ (сил), а також для контролю та випробувань ВТ.

Вирішенню питань з даної проблематики присвячена низка робіт. Одну із перших спроб рішення задачі управління технічним станом шляхом оптимальної профілактики стосовно такого специфічного класу ВТ, як інженерна техніка було зроблено в роботі П. Біркова [1], в якій об'єкт профілактики представлено одним структурним елементом, як єдине ціле. При цьому припускається, що в об'єкті виникає тільки один тип несправностей, пов'язаних із зношуванням чи поступовою зміною параметра, що слабо відображають реальні процеси зміни технічного стану об'єкта профілактики. В роботі О. Волоха [2] для управління технічним станом об'єкта пропонується для обслуговування окремих підсистем ВТ використовувати прогресивний метод ТО – за станом з контролем рівня надійності. Однак не розглядалась можливість коректування періодичності проведення профілактичних робіт в умовах ведення бойових дій та своєчасність відновлення ВТ, що вийшла з ладу через бойові пошкодження та збільшення інтенсивності використання за призначенням.

Формування мети статті. Метою статті є обґрунтування складових науково-методичного апарату управління технічним станом ВТ в умовах ведення бойових дій та показників якості управління технічним станом ВТ.

Виклад основного матеріалу. Складові науково-методичного апарату управління технічним станом військової техніки в умовах ведення бойових дій.

Для досягнення сформульованої мети необхідно вирішити наукове завдання, яке полягає в розробці науково-методичного апарату управління технічним станом ВТ в умовах ведення бойових дій, структура якого зображена на рис. 1.

Він являє собою сукупність удосконаленої математичної моделі процесу функціонування та визначення періодичності технічного обслуговування ВТ в умовах ведення бойових дій, удосконаленої методики визначення та корегування періодичності обслуговування ВТ та розробленої методики оптимізації процесу відновлення ВТ в цих умовах, що є теоретичною складовою запропонованого апарату. Крім того для проведення досліджень якості управління технічним станом ВТ пропонується використання існуючої моделі статистичного прогнозування динаміки змін технічного стану ВТ в умовах ведення бойових дій. В подальшому на основі здобутих теоретичних результатів і проведення досліджень розробляються практичні рекомендації щодо підвищення ефективності використання ремонтно-відновлювальних органів та управління технічним станом ВТ в умовах бойових дій, що в сукупності з проведенням досліджень складають технологію управління технічним станом ВТ.



Рис. 1. Структура науково-методичного апарату управління технічним станом військової техніки в умовах ведення бойових дій

Обґрунтування показників якості управління технічним станом військової техніки.

Слід зазначити, що для вибору показників оцінки технічного стану ВТ треба мати на увазі по-перше те, що до складу ВТ входить велика кількість технічних зразків різних типів і треба визначити показник який характеризує їх надійність функціонування, по-друге визначити показники для оцінки якості управління технічним станом тобто готовності зразків ВТ, а також показник для оцінки ефективності їх відновлення, за умови виходу з ладу. Крім того доцільно було б обґрунтувати залежність між цими показниками.

Так оцінка надійності функціонування будь-якої технічної системи, що обслуговується, може здійснюватись різноманітними показниками, вибір яких залежить від конкретних умов, а саме: цільового призначення системи, режиму її використання, видів і особливостей відновлювальних робіт.

Об'єкти ВТ, що розглядаються в роботі, відносяться до систем, в яких періоди використання за призначенням змінюються періодами простою, що в умовах ведення бойових дій є вимушеними і небажаними та обумовлені виконанням відновлювальних робіт (ремонтів та ТО). Тому слід вважати, що чим більше часу об'єкт проведе у працездатному стані і менше – у станах, обумовленими простоями, тим вища надійність його функціонування. Слід також врахувати можливість корегування часу проведення обслуговування ВТ для зменшення її простоїв в періоди потреби максимальної кількості зразків для їх використання за призначенням в бойових діях.

Тому для оцінки якості функціонування об'єктів ВТ доцільно обрати коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$ [3, 4], який є комплексним показником надійності й у відповідності з ДСТУ [3] визначається, як відношення математичного очікування сумарного часу перебування об'єкта у працездатному стані $t_{np\Sigma}$ за деякий період експлуатації до математичного очікування сумарного часу перебування об'єкта у працездатному стані та у простоях, зумовленими технічним обслуговуванням $t_{ТО\Sigma}$ і ремонтом $t_{В\Sigma}$ у той самий період. У відповідності з цим визначенням

$$K_{ТВ} = \frac{M[t_{np\Sigma}]}{M[t_{np\Sigma}] + M[t_{ТО\Sigma}] + M[t_{В\Sigma}]}$$

Цей показник характеризує частку часу, яку об'єкт проводить у працездатному стані під час тривалої експлуатації.

Позначимо через $\xi^{(0)}(t)$ сумарний час, який об'єкт провів у працездатному стані за період $(0, t)$. Тоді коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$ визначається як границя

$$K_{ТВ} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\xi^{(0)}(t)}{t},$$

якщо ця границя існує. Так як $\xi^{(0)}(t)$ є випадковою величиною, то збіжність $(1/t)\xi^{(0)}(t)$ до $K_{ТВ}$ при $t \rightarrow \infty$ розуміється як збіжність з ймовірністю одиниця. Під час переходу до границі величина $(1/t)\xi^{(0)}(t)$ дорівнює ймовірності застати об'єкт у працездатному стані у будь-який момент часу, рівномірно розподілений на відрізку $(0, t)$. Звісно, після переходу до границі при $t \rightarrow \infty$ цей ймовірнісний зміст залишається і ми будемо вважати, що коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$ є ймовірністю застати об'єкт у працездатному стані в деякий довільний момент часу [2].

Крім коефіцієнта технічного використання, що показує частку часу, в якій об'єкт знаходиться у працездатному стані розглянемо коефіцієнти, які характеризують частку часу, коли на об'єкті проводяться різноманітні відновлювальні роботи з номерами i ($i=1, 2, 3, \dots, s$). Позначимо через e_i стан об'єкта в довільний момент часу t , коли на об'єкті проводиться відновлювальна робота з номером i , та e_0 , коли об'єкт працездатний і виконує функції призначення.

Якщо процес $x(t)$ - процес, що характеризує стан об'єкта в момент часу t , тоді

$$x(t) = \begin{cases} e_0, \text{ якщо об'єкт в момент } t \text{ працезданий;} \\ e_i, \text{ якщо в момент } t \text{ на об'єкті проводиться} \\ \text{відновлювальна робота з номером } i \text{ (} i = 1, 2, \dots, s \text{).} \end{cases}$$

Так само як і для коефіцієнта технічного використання, коефіцієнти K_i ($i = 1, 2, 3, \dots, s$), що показують частку часу, яку об'єкт проводить у станах e_i ($x(t) = e_i$) під час тривалої експлуатації, будуть визначатись, як границя $K_i = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\xi^{(i)}(t)}{t}$, де $\xi^{(i)}(t)$ – випадковий сумарний час, який об'єкт провів у стані e_i за період $(0, t)$. Так як $\sum_{i=0}^s \xi^{(i)}(t) = t$, то $\sum_{i=0}^s K_i = 1$, де $K_0 = K_{\text{ТВ}}$ [3].

У багатьох випадках функціонування системи, що обслуговується, може бути описано регенеруючим випадковим процесом [5]. Випадковий процес $x(t)$, що характеризує стан системи в момент часу t , називається регенеруючим, якщо виконуються властивість, яка полягає в тому, що серед багатьох можливих станів e_i ($i = 1, 2, \dots, s$) процесу завжди є один стан, який називається станом регенерації, попавши в який, процес $x(t)$ «забуває» минуле і починається спочатку. Для простоти припустимо, що початковий стан процесу $x(0) = e_0$ є станом регенерації. Моменти, в які процес приходить в стан регенерації, називають моментами (точками) регенерації. Позначимо через $0 < t_1 < t_2 < \dots < t_k < \dots$ послідовні моменти регенерації, що утворюють процес відновлення [2]. Тоді інтервал (t_{k-1}, t_k) , $k = 1, 2, \dots$ утворює k -й період регенерації, тривалість якого $\tilde{\xi}_k = t_k - t_{k-1}$. Якщо процес $x(t)$ має точки регенерації, то випадкові величини $\xi_k^{(i)}$, які показують, скільки система провела у стані e_i за k -й період між моментами регенерації, є взаємонезалежними і однаково розподіленими випадковими величинами. Крім того, величини інтервалів часу $\tilde{\xi}_k = t_k - t_{k-1}$ ($k = 1, 2, \dots$) між моментами регенерації також є взаємонезалежними і однаково розподіленими.

Вказані вище властивості регенеруючого процесу $x(t)$ дозволяють звести дослідження процесу функціонування системи до вивчення поведінки процесу $x(t)$ на періоді між точками регенерації. З урахуванням цього визначимо в загальному вигляді вирази для показників якості об'єктів ВТ.

Якщо $M\xi^{(i)} = M\xi_k^{(i)} < \infty$ та $M\tilde{\xi} = M\tilde{\xi}_k < \infty$, то відповідно до посиленого закону великих чисел [6] з ймовірністю одиниця

$$\left. \begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} (\xi_1^{(i)} + \xi_2^{(i)} + \dots + \xi_n^{(i)}) &= M\xi^{(i)}, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} (\tilde{\xi}_1 + \tilde{\xi}_2 + \dots + \tilde{\xi}_n) &= M\tilde{\xi}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Позначимо через $n(t)$ число точок регенерації процесу $x(t)$ на інтервалі $(0, t)$. Тоді:

$$\frac{\xi_1^{(i)} + \xi_2^{(i)} + \dots + \xi_{n(t)-1}^{(i)}}{\tilde{\xi}_1 + \tilde{\xi}_2 + \dots + \tilde{\xi}_{n(t)+1}} \leq \frac{\xi^{(i)}(t)}{t} \leq \frac{\xi_1^{(i)} + \xi_2^{(i)} + \dots + \xi_{n(t)}^{(i)}}{\tilde{\xi}_1 + \tilde{\xi}_2 + \dots + \tilde{\xi}_{n(t)-1}} \quad (2)$$

При $t \rightarrow \infty$ функція $n(t) \rightarrow \infty$. Якщо поділити чисельник і знаменник (1) на $n(t)$ і скористатись рівністю (2), то при $t \rightarrow \infty$ отримаємо:

$$K_i = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\xi^{(i)}(t)}{t} = \frac{M_{\xi}^{(i)}}{M_{\xi}^{\sim}}$$

Таким чином, показано, що під час тривалої експлуатації частка часу, яку об'єкт проводить у стані e_i , дорівнює відношенню середнього часу $M_{\xi}^{(i)}$ перебування об'єкта у стані e_i за період між точками регенерації до тривалості M_{ξ}^{\sim} цього періоду.

Тоді коефіцієнт технічного використання буде визначатись як:

$$K_{\text{ТВ}} = K_0 = \frac{M_{\xi}^{(0)}}{M_{\xi}^{\sim}},$$

де $M_{\xi}^{(0)}$ – середній час перебування об'єкта у працездатному стані за період між точками регенерації; M_{ξ}^{\sim} – тривалість цього періоду.

У подальшому регенеруючий випадковий процес $x(t)$ буде використовуватись для опису процесу функціонування підсистем ВТ, що обслуговуються періодично за наробітком [2].

Ефективним математичним апаратом для опису процесів функціонування об'єктів в цілому, що обслуговуються, із великою кількістю можливих станів є апарат напівмарківських процесів [7, 8]. Зупинимось коротко на основних етапах методики використання напівмарківських процесів для побудови математичних моделей ТО і приведемо основні розрахункові співвідношення, які буде використано в подальшому.

На першому етапі формулюється постановка задачі, яка включає в себе умови функціонування, визначення стратегії обслуговування об'єкта, вихідні дані про нього та його елементи, показники якості функціонування, які підлягають визначенню, прийнятті припущення та обмеження. Важливим моментом першого етапу є чітке формулювання відмови і критерію недопустимого простою об'єкта.

На другому етапі виявляються всі зв'язки у об'єкті і будується графік його станів і переходів. Цей графік включає в себе кінцеву множину станів $E = \{e_0, e_1, \dots, e_n\}$, яка у відповідності із прийнятим критерієм відмови і недопущення простою на обслуговуванні ділиться на дві множини, що не перетинаються: працездатних E_+ і непрацездатних E_- станів об'єкта. Підмножина E_- також включає в себе дві підмножини, що не перетинаються W і G , в які входять стани простою об'єкта по причині проведення ремонту і ТО відповідно.

На третьому етапі здійснюється відбір найбільш доцільного способу задавання напівмарківських процесів у відповідності із характером задачі, що вирішується. Тут здійснюється перехід від реального об'єкта, що досліджується, до математичної абстракції – напівмарківської моделі.

На четвертому етапі проводиться дослідження математичної моделі з метою визначення необхідних показників якості об'єкта.

На п'ятому етапі проводиться удосконалення математичної моделі з урахуванням впливу на показники якості об'єкта чинників та факторів бойових дій.

Середній наробіток до відмови \bar{T}_0 об'єкта, що обслуговується, визначається як середній час перебування напівмарківських процесів у підмножині працездатних станів E_+ після чергового переходу процесу із підмножини непрацездатних станів E_- у підмножину E_+ . Для розрахунку \bar{T}_0 використовується формула:

$$\bar{T}_0 = \sum_{n \in E_+} \pi_n a_n \left(\sum_{i \in e_+} \pi_i \sum_{j \in E_-} p_{ij} \right)^{-1}, \quad (3)$$

де a_i – середній час перебування напівмарківських процесів у стані e_i :

$$a_i = \int_0^{\infty} x dF_i(x), \quad (4)$$

де p_{ij} – стаціонарні перехідні ймовірності вкладеного кола Маркова:

$$p_{ij} = \lim_{t \rightarrow \infty} P_{ij}(t), \quad (5)$$

У формулах (3–5) позначено: $P_{ij}(t)$ – ймовірність переходу напівмарківських процесів із стану e_i в стан e_j за час, що не перевищує t :

$$P_{ij}(t) = \int_0^t q_{ij}(x) dF_i(x),$$

де $F_i(t)$ – функція розподілу часу перебування напівмарківських процесів в стані e_i , тобто

$$F_i(t) = \sum_{j \in E} P_{ij}(t),$$

де $q_{ij}(t)$ – умовна ймовірність переходу із стану e_i в стан e_j за умови, що в стані e_i напівмарківських процесів перебуває час, рівний t ; e_+ – підмножина граничних станів, що належить E_+ , тобто таких станів із яких можна потрапити в E_- за один перехід; π_i – стаціонарні ймовірності вкладеного кола Маркова, що визначають із системи рівнянь:

$$\pi_i = \sum_{j \in E} p_{ji} \pi_j \quad (6)$$

з урахуванням умов нормування $\sum_{i \in E} \pi_i = 1$ [3].

У формулі (6) підсумовування проводиться по всіх станах, що належать множині E . Середній час простою на ТО \bar{T}_{np} , віднесений до однієї відмови, визначається як середній час перебування напівмарківських процесів у підмножині непрацездатних станів G ($G \in E_-$) після чергового переходу процесу із підмножини працездатних станів E_+ в підмножину G .

Значення \bar{T}_{np} розраховується за формулою:

$$\bar{T}_{np} = \sum_{n \in G} \pi_n a_n \left(\sum_{i \in e_+} \pi_i \sum_{j \in G} p_{ij} \right)^{-1}.$$

Середній час відновлення \bar{T}_B об'єкта визначається як середній час перебування напівмарківських процесів у підмножині непрацездатних станів W після чергового переходу процесу із підмножини працездатних станів E_+ у підмножину W :

$$\bar{T}_B = \sum_{n \in W} \pi_n a_n \left(\sum_{i \in e_+} \pi_i \sum_{j \in W} p_{ij} \right)^{-1}.$$

Коефіцієнт технічного використання K_{me} визначається як стаціонарна ймовірність перебування напівмарківських процесів у підмножині працездатних станів E_+ :

$$K_{\text{ТВ}} = \frac{\bar{T}_0}{\bar{T}_0 + \bar{T}_{\text{пр}} + \bar{T}_B} = \sum_{i \in E_+} \pi_i a_i \left(\sum_{i \in E_+} \pi_i a_i + \sum_{i \in W} \pi_i a_i + \sum_{i \in G} \pi_i a_i \right)^{-1}.$$

Як неважко помітити, при відсутності режиму ТО $G = \emptyset, W = E_-$, коефіцієнт технічного використання $K_{\text{ТВ}}$ вироджується у коефіцієнт готовності K_G [2].

Для розв'язання окремої важливої задачі оцінки ефективності відновлення ВТ доцільно побудувати ймовірнісну модель основних станів системи відновлення ВТ. Систему доцільно представити у виді простого графа переходів системи відновлення в різні її стани (рис. 2) [9, 10]. Стоїть завдання визначити ймовірності P_{00}, P_{01} , відповідно перебування системи в кожному із цих 2-х станів. Сукупність диференціальних рівнянь, що описують процес функціонування підсистеми відновлення ВТ у часі відносно ймовірностей P_{00}, P_{01} перебування підсистеми в кожному із 2-х станів, доцільно записати, згідно до правила контурів для графіка станів системи в оточенні кожного із станів, що досліджуються (див. рис. 2.1) у вигляді:

$$\begin{aligned} \frac{dP_{00}(t)}{dt} &= yYP_{01} - (zZ)P_{00} \\ \frac{dP_{01}(t)}{dt} &= yYP_{00} - (yY)P_{01} \end{aligned} \quad (7)$$

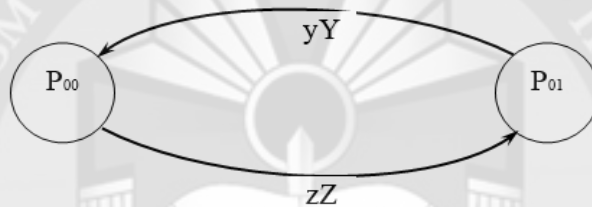


Рис. 2. Граф переходів системи відновлення в різні її стани:

де P_{00} – стан готовності ВТ до застосування; P_{01} – стан відновлення ВТ після пошкоджень; y – інтенсивність переходу системи відновлення ВТ із стану відновлення ВТ у стан готовності ВТ до застосування; Y – ймовірність цього переходу; z – інтенсивність переходу системи відновлення ВТ із стану готовності ВТ до застосування у стан її відновлення після пошкоджень; Z – ймовірність цього переходу

Рішення диференціальних рівнянь (7) має вигляд:

$$P_{00}(t) = [yYP_{01}] \frac{\{1 - \exp[-(zZ)t]\}}{zZ}; \quad (8)$$

$$P_{01}(t) = [zZP_{00}] \frac{\{1 - \exp[-yYt]\}}{yY}; \quad (9)$$

Умова нормування сукупної ймовірності станів ВТ при $t > 0$ має вид

$$P_{00}(t) + P_{01}(t) = 1. \quad (10)$$

В результаті перетворень (7–9) з урахуванням (10) отримаємо ймовірності перебування ВТ підсистеми відновлення у станах: готовності ВТ до застосування та відновлення ВТ після пошкоджень:

$$P_{00}(t) = \frac{yY}{yY + zZ\beta}, \quad (11)$$

$$P_{01}(t) = \frac{zZ}{\alpha(zZ\beta + yY)}, \quad (12)$$

$$\text{де позначено: } \alpha = 1 - \exp(-zZt), \beta = 1 - \exp(-yYt) \quad (13)$$

y – це інтенсивність, що дорівнює $\frac{1}{T_e}$; z – це інтенсивність, що дорівнює $\frac{1}{T_0}$; T_e – середня витрата часу на відновлення ВТ; T_0 – середній час перебування ВТ у стані готовності до застосування; $Y \approx 1$; $Z \approx 1$ (реальна підсистема завжди так працює); $\alpha \approx 1$; $\beta \approx 1$ (за умов терміну t , що є великим).

Тому із (11–13) одержимо показники, тобто ймовірності, які характеризують якість функціонування системи відновлення можна представити у вигляді:

$$P_{00} = \frac{T_0}{T_0 + T_e} = K_G; \quad P_{01} = \frac{T_e}{T_0 + T_e} = K_{HG}.$$

Ці показники є добре відомими коефіцієнтами готовності K_G та неготовності K_{HG} ВТ до застосування за призначенням.

Великий рівень невизначеності антагоністичного характеру під час оцінки ефективності і якості відновлення в процесі виконання завдань спричиняє необхідність застосування критерію для узагальненої оцінки результатів дії системи відновлення під час оцінки рівня досягнення мети операцій відновлення ВТ, а саме, застосування мінімаксного критерію у вигляді:

$$E_{\min}^{\max} = \max_{F(A)} \min_{Q(B)} \frac{P_{00}[F, t, Q]}{P_{01}[F, t, Q]}, \quad (14)$$

де F – вектор параметрів, що залежить від можливостей (y, Y) і варіантів (A) дії підрозділів до складу яких входить ВТ, що дорівнює $F = F\{y, Y, A\}$; Q – вектор параметрів, що залежить від можливостей (y, Y) і варіантів дії противника, який визначає інтенсивність факторів, що заважають підсистемі відновлення ВТ, який дорівнює $Q = Q\{z, Z, B\}$ і варіантів (B) дії противника.

Показник $\frac{P_{00}}{P_{01}}$ у складі критерію (14), по-перше, визначає перевагу можливостей, що сприяють успіху відновлення ВТ, над факторами, що заважають цьому успіху, по-друге, цей нормований показник сприяє зменшенню помилок розрахунків, які виникають через невизначеність щодо дій противника. Критерій (14) сприятиме одержанню гарантованої оцінки рівня досягнення мети функціонування системи відновлення ВТ в умовах бойового впливу противника і підвищення інтенсивності її функціонування.

Тому виходячи з визначення поняття управління технічним станом ВТ, як цілеспрямованого процесу щодо відновлення номінальних чи близьких до них значень технічних параметрів зразків з метою підтримання їх в допустимих межах, що зменшить імовірність відмов та за допомогою обґрунтованих вище показників та критеріїв визначмо якісні характеристики цього процесу. Якість (ефективність) процесу управління буде визначатись ефективним проведенням ТО, а за необхідністю і своєчасним відновленням ВТ. З метою оцінки якості (ефективності) управління технічним станом ВТ в умовах бойових дій слід взяти показники, які характеризують ефективність проведення ТО та відновлення ВТ. При цьому необхідно виконання умови забезпечення визначеної кількості працездатних зразків і часу їх надійного використання за призначенням на необхідному рівні, що характеризує технічний стан ВТ і готовність їх до бойового застосування, який характеризується коефіцієнтом технічної готовності ВТ до бойового застосування K_{TG} і визначається за формулою:

$$K_{ТГ} = \frac{M_{снр}}{M_c}, \quad M_{снр} = M_c - M_{ПР} - M_{СР},$$

де $M_{снр}$ – кількість справної ВТ (машин, засобів); M_c – списочна кількість справної ВТ (машин, засобів). $M_c = M_{ш} - M_{КР} - M_{НВ}$, $M_{ш}$ – штатна кількість ВТ (машин, засобів); $M_{КР}$ – кількість ВТ, яка підлягає К; $M_{НВ}$ – кількість ВТ (машин, засобів), яка не підлягає відновленню; $M_{снр} = M_c - M_{ПР} - M_{СР}$, $M_{ПР}$ – кількість ВТ (машин, засобів), які потребують ПР; $M_{СР}$ – кількість ВТ (машин, засобів), які потребують СР.

Коефіцієнт технічної готовності за визначений період визначається за формулою

$$K_{ТГ}^D = \frac{\sum_{i=1}^{i=D} M_{снр,i}}{\sum_{i=1}^{i=D} M_{шD}},$$

де D – кількість діб (днів) періоду, що розглядається.

Таким чином якість (ефективність) управління технічним станом ВТ оцінюється за допомогою інтегрального показника, що складається з часткових показників готовності і технічного використання ВТ і визначаються відповідно коефіцієнтами готовності K_G та технічного використання $K_{ТВ}$. Для їх визначення доцільно використовувати регенеруючий випадковий процес для описів процесів функціонування підсистем ВТ та напівмарківські випадкові процеси для зразків в цілому, а також для узагальненої оцінки результатів процесу відновлення ВТ пропонується використання мінімаксного критерію E_{\min}^{\max} .

Висновки. Обґрунтовані складові науково-методичного апарату управління технічним станом військової техніки та критерій якості управління технічним станом військової техніки, який оцінюється за допомогою інтегрального показника, що складається з часткових показників готовності і технічного використання ВТ і визначаються відповідно коефіцієнтами готовності K_G та технічного використання $K_{ТВ}$.

Для їх визначення доцільно використовувати регенеруючий випадковий процес для описів процесів функціонування підсистем ВТ та напівмарківські випадкові процеси для зразків в цілому. Для узагальненої оцінки результатів процесу відновлення ВТ пропонується використання мінімаксного критерію E_{\min}^{\max} .

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бирков В.П. Обеспечение надежности машин инженерного вооружения при эксплуатации / Бирков В.П. – М.: Воениздат, 1985. – 280 с.
2. Волох О.П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням: Дис....канд. техн. наук: 20.02.14. – Кам'янець-Подільський, 2007. – 175 с.
3. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. Введено вперше; Введ. 28.12.94. – К.: Держстандарт України, 1994. – 40 с.
4. Надёжность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдудевский (предс.) и др. – М.: Машиностроение, 1990. – Т.8: Эксплуатация и ремонт / Под ред. В.И. Кузнецова и Е.Ю. Барзиловича. – 320 с.
5. Sculetic S. Calculating reliability parameters of parallel connected elements // Match. Modell. – 1987. - №8. – P. 192-197.

6. Аналіз технічного забезпечення дій підрозділів (частин) під час антитерористичної операції. – К.: Озброєння ЗС України. 2015. – 134 с.
7. Наставление по техническому обеспечению Королюк В.С. Полумарковские случайные эволюции / В.С. Королюк, А.В. Свищук. – К.: Наукова думка, 1992. – 256 с.
8. Королюк В.С. Стохастичні моделі систем / Королюк В.С.: [навч. посіб.] – К.: Либідь, 1993. – 136 с.
9. Застосування військових ремонтних органів у бойових умовах. – Одеса: ОІСВ, 2001. – 24 с.
10. Дем'янчук Б.О. Автотехнічне забезпечення підрозділів та частин в різних умовах обстановки та ведення бойових дій. Частина 1. Навчальний посібник / Б.О.Дем'янчук . – Одеса: Вид-во ВА, 2014. – 262 с.

REFERENCES:

1. Birkov V.P. (1985). Obespechenie nadezhnosti mashin inzhenernogo vooruzheniia pri ekspluatatsii M.: Voenizdat, 280 p.
2. Voloh O.P. (2007). Metodika obruntuvannia ratsional'nih znachen' parametriv tehnicnogo obslugovuvannia mashin inzhenernogo ozbroennia pri ih vikoristanni za priznachenniam: Dis....kand. tehn. nauk: Kam'ianets'-Podil's'kii, 175 p.
3. DSTU 2860-94. (1994). Nadiinist' tehniki. Termini ta viznachennia. Vvedeno vperше; Vved. 28.12.94. K.: Derzhstandart Ukraïni, 40 p.
4. Kuznetsova V.I., Barzilovicha E.Iu. (1990). Nadiozhnost' i effektivnost' v tehnike: Spravochnik. M.: Mashinostroenie, Vol.8: Ekspluatatsiia i remont 320 p.
5. Sculetic S. (1987). Calculating reliability parameters of parallel connected elements Match. Modell. №8, 192-197.
6. Analiz tehnicnogo zabezpechennia dii pidrozdiliv (chastin) pid chas antiteroristichnoi operatsii.(2015). K.: Ozbroennia ZS Ukraïni, 134 p.
7. Koroliuk V.S., Svishchuk A.V. (1992). Nastavlenie po tehniceskomu obezpecheniu. Polumarkovskie sluchainye evoliutsii. K.: Naukova dumka, 256 p.
8. Koroliuk V.S. (1993). Stohastichni modeli system. K.: Libid', 136 p.
9. Zastosuvannia viis'kovih remontnih organiv u boiovih umovah. (2001). Odesa: OISV, 24 p.
10. Dem'ianchuk B.O. (2001). Avtotehnicne zabezpechennia pidrozdiliv ta chastin v riznih umovah obstanovki ta vedennia boiovih dii. Chastina 1. Navchal'nii posibnik. Odesa: Vid-vo VA, 2014, 262 p.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

**к.т.н., с.н.с. Кривцун В.І., Баранов Ю.М., Жиров Б.Г., Солодєєва Л.В.
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБОСНОВАНИЕ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕЕ КАЧЕСТВА**

В статье рассмотрены особенности обоснования составляющих научно-методического аппарата управления техническим состоянием военной техники в условиях ведения боевых действий и показателей качества управления техническим состоянием военной техники.

При выборе показателей оценки технического состояния военной техники учитывали: - во-первых то, что в состав военной техники входит большое количество различных технических образцов; - во-вторых, определение показателей для оценки качества управления техническим состоянием, готовность образцов военной техники к использованию, а также показатель для оценки эффективности их восстановления, при условии выхода из строя. Кроме того, было обосновано зависимость между этими показателями.

Ключевые слова: военная техника, коэффициента технического использования, коэффициентом технической готовности.

Ph.D. Kryvtsun V.I., Baranov Y.N., Zhyrov B.G., Solodceva L.V.
MANAGEMENT AS TECHNICAL BACKGROUND MILITARY AND PERFORMANCE
INDICATORS QUALITY

The article deals with the features of the substantiation of the components of the scientific and methodical apparatus of management of the technical state of military equipment in the conditions of combat operations and the quality of control of the technical state of military equipment.

When choosing indicators for assessing the technical state of military equipment, they took into account: - firstly, that a large number of different technical samples are part of military equipment; - Secondly, the definition of indicators for assessing the quality of management of technical condition, the availability of military equipment for use, as well as an indicator for assessing the effectiveness of their recovery, subject to failure. In addition, the relationship between these indicators was substantiated.

Keywords: military equipment, technical use coefficient, coefficient of technical readiness.