

DOI 10.33099/2786-7714-2025-2-9-71-77

УДК: 355.359 (477)

Попов Сергій Едуардович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0001-7410-1267>

Юфа Євген Агашович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-6362-5986>

Бондар Валерій Вікторович (доктор філософії)

<https://orcid.org/0000-0001-8843-680X>

Слізаров Борис Костянтинівич

<https://orcid.org/0009-0002-2564-2491>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО ОБСЯГУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ЧАСУ НА ЙОГО ПРОВЕДЕННЯ ПІД ЧАС БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК

Сучасні умови збройного протиборства у повітряному просторі, тривалість і напруженість бойових дій, створюють передумови до зростання кількості відмов радіоелектронної техніки внаслідок експлуатаційних та бойових пошкоджень. Зменшення кількості відмов радіоелектронної техніки з експлуатаційних причин під час бойового застосування можна вирішити за рахунок своєчасного планування та якісного проведення її технічного обслуговування.

У статті, з метою підвищення інформативності оцінювання можливостей системи експлуатації і ремонту (відновлення) озброєння та військової техніки радіотехнічних військ щодо виконання покладених на неї завдань, обґрунтовано підходи щодо визначення необхідного обсягу технічного обслуговування радіоелектронної техніки радіотехнічних військ в умовах обмеженого часу на його проведення. Дослідження проведено з використанням відомих наукових методів, зокрема, системного аналізу, теорії ймовірностей та систем масового обслуговування, які дозволили з достатньою повнотою і точністю описати основні процеси, що циркулюють в системі відновлення та ремонту озброєння та військової техніки радіотехнічних військ під час бойового застосування. Запропоновані підходи доцільно використовувати у ході подальших наукових досліджень з питань підвищення ефективності експлуатації і ремонту (відновлення) озброєння та військової техніки радіотехнічних військ та ефективності їх бойового застосування. Матеріали статті також можуть бути корисними для фахівців оперативної і тактичної ланок управління, які займаються питаннями удосконалення функціонування систем експлуатації і ремонту (відновлення) озброєння та військової техніки родів військ Повітряних Сил з метою підтримання їх у постійній готовності до використання за призначенням.

Ключові слова: *радіотехнічні війська, експлуатація, відновлення, ремонт, технічне обслуговування, радіоелектронна техніка.*

Вступ

За останні роки та з початком розв'язання і ведення повномасштабної війни російської федерації (рф) проти України, відбулися значні зміни у підходах щодо застосування сил оборони держави, формах і способах ведення операцій (бойових дій) та їх всебічного забезпечення [1, 2]. Досвід ведення російсько-української війни [3] показав, що радіотехнічні війська (РТВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України залишаються основним джерелом інформації про повітряну обстановку і складають основу системи розвідки та попередження про повітряного противника [4]. Під час бойового застосування на РТВ покладається ряд завдань основними з яких є [5]: безперервне ведення радіолокаційної розвідки (РЛР); своєчасне оповіщення військ та об'єктів

про початок повітряного нападу; видача радіолокаційної інформації на вищі, взаємодіючі та забезпечувані пункти управління для ведення ними бойових дій та бойового управління підпорядкованими силами і засобами.

Своєчасне виконання покладених на РТВ завдань напряму залежить від технічної готовності озброєння та військової техніки (ОВТ) РТВ до використання за призначенням. Тому, актуальним залишається питання щодо реалізації принципів бойового застосування РТВ, одними з основних яких є [5]: постійна бойова готовність; повне використання бойових можливостей військових частин (підрозділів) РТВ; підтримання ОВТ РТВ у постійній готовності до використання за призначенням та своєчасний її ремонт (відновлення) у разі відмов чи пошкоджень.

Реалізувати зазначені принципи можливо лише за умов ефективного виконання усіх функцій логістичного забезпечення (ЛЗ) РТВ, зокрема, забезпечення ОВТ, технічного обслуговування (ТО), ремонту (відновлення) ОВТ та їх використання за призначенням [6].

Зазначені заходи будуть відбуватися на всіх етапах (життєвого циклу) експлуатації (використання за призначенням) радіоелектронної техніки (РЕТ), яка є основним видом озброєння РТВ. Основними складовими цього циклу у ході підготовки та бойового застосування військ є заходи з організації і проведення ТО та ремонту (відновлення) РЕТ РТВ [7].

До складу РЕТ РТВ входять різні за функціональним призначенням засоби радіолокації (ЗРЛ) (радіолокаційні станції (РЛС), рухомі радіовисотоміри (РРВ), наземні радіолокаційні запитувачі (НРЗ)), засоби автоматизації (ЗА) та спеціальні засоби [5].

Під час ведення бойових дій (бойового застосування) з метою підтримання РЕТ РТВ у працездатному стані організуються і проводяться різні види ТО, зокрема [7]:

ТО-1 – на зразках РЕТ, які не плануються до використання за призначенням під час бойового застосування протягом визначеного часу без зняття їх з бойового чергування за рішенням начальника РТВ ПвК;

ТО-2 – на зразках РЕТ, як правило, у перервах між використанням за призначенням, цілодобово, за рішенням командувача ПвК, з термінами приведення їх у готовність до використання за призначенням не більше 30 хв;

технічний огляд – на зразках РЕТ ручним або автоматизованим способом, з метою спостереження за їх технічним станом безпосередньо перед використанням за призначенням [8].

Отже, питання щодо підвищення ефективності проведення ТО РЕТ в умовах обмеженого часу на його проведення під час бойового застосування РТВ, на сьогоднішній день залишається актуальним і потребує подальшого дослідження.

Матеріали та методи

Для оцінювання ефективності функціонування будь-якої складної системи військового призначення, у т. ч. і системи ТО РЕТ РТВ, як складової системи експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ РТВ, необхідно мати відповідний науково-методичний апарат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій стосовно підходів до оцінювання ефективності функціонування різних за цільовим призначенням систем експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ ПС ЗС України [10–17] показав, що вони не у повному обсязі можуть бути застосовані для оцінювання ефективності функціонування системи ТО ОВТ РТВ через неврахування особливостей підготовки різних за функціональним призначенням зразків РЕТ РТВ до використання за призначенням, їх експлуатації, ремонту (відновлення) у разі відмов чи пошкоджень в

умовах обмеженого часу на їх проведення.

Отже, метою статі є обґрунтування підходів до визначення необхідного обсягу ТО РЕТ РТВ, в залежності від наявного часу на його проведення за рахунок врахування особливостей організації і проведення різних видів ТО на різних за функціональним призначенням зразках РЕТ РТВ під час бойового застосування військ.

Дослідження проведено з використанням відомих наукових методів, зокрема, системного аналізу, теорії ймовірностей та систем масового обслуговування, які дозволили з достатньою повнотою і точністю описати основні процеси, що циркулюють в системі експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ РТВ під час бойового застосування.

Результати

Підготовка зразка РЕТ до використання за призначенням, як складова його життєвого циклу (експлуатації), має на меті попередження несправностей і відмов в процесі його експлуатації [7]. Ця підготовка включає комплекс спланованих операцій з ТО зразка РЕТ, які проводяться перед його використанням за призначенням.

Оцінювання ефективності проведеного ТО зразка РЕТ у визначеному обсязі робіт можна здійснити за ймовірністю того, що цей зразок до моменту його використання за призначенням буде повністю справним і працюватиме безвідмовно протягом заданого часу (ймовірність безвідмовної роботи зразка РЕТ ($P_{\text{над}}$)) [7, 9].

Строки і обсяг ТО повинні визначатися технічним станом зразка РЕТ і забезпечувати його працездатний стан. При збільшенні строків і обсягу ТО, що можливо лише за умови збільшення часу на його проведення, $P_{\text{над}}$ збільшується. Якщо час на підготовку зразка РЕТ до використання за призначенням обмежений, то $P_{\text{над}}$ знижується, тобто зразок РЕТ може опинитися невідповідними до використання за призначенням, що рівнозначно зриву виконання бойового завдання бойовою обслугою. Тому, планування і своєчасне проведення ТО зразка РЕТ, за будь-яких умов, повинно забезпечувати підвищення ефективності його проведення.

Отже, існуючий зв'язок між обсягом ТО, що планується і величиною виграшу від нього в ефективності застосування зразка РЕТ, дозволяє поставити завдання, щодо визначення необхідного обсягу ТО в залежності від наявного часу на його проведення.

В якості показника ефективності ТО зразка РЕТ (η) можна прийняти вираш у прирості величини ефективності використання зразка РЕТ за призначенням за умов проведення на ньому ТО. Цей показник може бути визначений як співвідношення ефективності використання зразка РЕТ за призначенням, на якому ТО проведено (W), до ефективності його використання за умов, якщо ТО на ньому не проводилося (W'):

$$\eta = \frac{W}{W'} \quad (1)$$

Кількісно, ефективність використання зразка РЕТ за призначенням (W) можна оцінити імовірністю виконання ним завдань на потрібному рівні за певний час :

$$W = P_{\text{ТО}}(T) \cdot P_{\text{над}} \cdot P_{\text{ТО}}^0, \quad (2)$$

де $P_{\text{ТО}}(T) = f(\mu, T)$ – імовірність виконання ТО на зразку РЕТ з інтенсивністю (μ) за час не більше встановленого (T);

$P_{\text{над}}$ – імовірність знаходження зразка РЕТ у справному стані до моменту початку його використання за призначенням і безвідмовної його роботи протягом часу виконання завдання;

$P_{\text{ТО}}^0$ – імовірність виконання зразком РЕТ завдання на необхідному рівні протягом певного часу за умов, що зразок РЕТ працював безвідмовно і не потребує ТО.

Слід зазначити, що у виразі (2), добуток $P_{\text{ТО}}(T) \cdot P_{\text{над}}$ буде безпосередньо впливати на ефективність використання зразка РЕТ за призначенням, який пов'язаний з його технічною експлуатацією та надійністю.

Використовуючи (1) і значення $P_{\text{над}}$ з виразу (2) отримаємо:

$$\eta = P_{\text{ТО}}(T) \cdot \frac{P_{\text{над}}(t_{\text{вз}})}{P'_{\text{над}}(t_{\text{вз}})}, \quad (3)$$

де $P_{\text{над}}(t_{\text{вз}})$, $P'_{\text{над}}(t_{\text{вз}})$ – імовірність знаходження зразка РЕТ у справному стані протягом його використання за призначенням і безвідмовної роботи протягом часу виконання завдання ($t_{\text{вз}}$) за умов проведення і не проведення на ньому ТО відповідно.

Якщо ТО на зразку РЕТ проводилося, то $P_{\text{ТО}}(T) = 1$.

Безпосередньо з виразу (1) слідує, що проведення ТО, при заданому часі на його проведення, буде виправданим тільки при виконанні умови, що $\eta > 1$. Це означає, що при розгляді питання про доцільність проведення ТО на зразку РЕТ виконання умови $P_{\text{над}} > P'_{\text{над}}$ ще не достатньо для прийняття обґрунтованого рішення на його проведення.

Для оцінювання ефективності ТО зразка РЕТ (η) у запланованому обсязі робіт, необхідно визначити її аналітичну залежність від параметрів ТО та надійності обладнання зразка РЕТ. Для цього розглянемо задачу в наступній постановці.

Обладнання зразка РЕТ складається із n окремих елементів (приладів, блоків, вузлів), які у разі відмови одного, можуть привести до виходу з

ладу іншого елемента та усього зразка РЕТ у цілому.

Тривалість виконання операції з ТО є випадковою величиною. Під операцією слід розуміти контроль технічного стану окремого елемента (приладу, блока, вузла) та усунення виявлених несправностей і дефектів [7, 9].

Час, який можна використати на проведення ТО з метою забезпечення максимальної надійності зразка РЕТ, обмежений, а його величина відома (T).

Будемо вважати, що наступні статичні показники ТО і надійності кожного із n окремих елементів зразка РЕТ відомі:

P'_i – імовірність справного стану i -го елемента зразка РЕТ до початку ТО.

На практиці величину P'_i нескладно отримати як відношення числа однотипних елементів (приладів, блоків, вузлів), що опинились за результатами перевірки справними, до загального числа перевірених аналогічних елементів (приладів, блоків, вузлів) протягом деякого періоду використання.

m_{τ_i} – середня тривалість i -ї операції (математичне сподівання (МСп) тривалості ТО i -го елемента (τ_i)).

$\sigma_{\tau_i}^2$ – дисперсія тривалості i -ї операції.

Два останніх параметри також можна знайти статичним шляхом за даними хронометражу ТО.

Під час планування ТО потрібно визначати такий перелік операцій, виконання яких би забезпечило ефективне його проведення. Тобто, потрібно знайти оптимальний обсяг ТО для заданого (наявного) часу на його проведення.

Вочевидь, що чим більше операцій ТО буде заплановано і виконано (чим більше окремих елементів (приладів, блоків, вузлів) буде піддано перевірці з усуненням можливих несправностей), тим більше буде імовірність знаходження зразка РЕТ у справному стані після його проведення.

Проте збільшення числа операцій ТО, які плануються до виконання, знижує імовірність їх завершення протягом наявного часу на проведення ТО. При цьому небайдуже, які саме операції будуть виконуватись, оскільки у загальному випадку величини $P'_{\text{над}i}$, m_{τ_i} , $\sigma_{\tau_i}^2$ можуть мати самі різні відношення.

Зрозумілим є те, що число можливих варіантів проведення ТО при n можливих операціях його проведення буде дорівнювати сумі числа поєднань із n по 1, по 2, по 3 і т. д., аж до n .

Накладемо ряд обмежень на умови дослідження, а саме:

зразок РЕТ може бути допущений до використання за призначенням за умов проведення на ньому відповідного виду ТО у заданому (запланованому) обсязі;

глибина і достовірність контролю для кожного n -го окремого елемента (приладу, блоку, вузла) такі, що після завершення i -ї операції справність відповідного елемента (приладу, блоку, вузла) стає достовірною подією, оскільки $P'_{\text{над}i} = 1$.

Імовірність виконання визначеної кількості операцій ТО (k) на n елементах (приладах, блоках, вузлах) зразка РЕТ протягом часу T можна позначити через імовірність його технічної готовності ($P_{\text{тр}}(T, k)$)

Тоді для зразка РЕТ, який складається з n елементів (приладів, блоків, вузлів), з урахуванням (3) та визначеної кількості операцій ТО (k), можна розрахувати ефективність його проведення (η):

$$\eta(T, k) = P_{\text{тр}}(T, k) \cdot \frac{\prod_{i=1}^k P_{\text{над}i} \prod_{i=k+1}^n P'_{\text{над}i}}{\prod_{i=1}^n P_{\text{над}i}} \quad (4)$$

Враховуючи те, що $P_{\text{над}i} = 1$, вираз (4) приймає наступний вигляд:

$$\eta(T, k) = P_{\text{тр}}(T, k) \cdot \frac{1}{\prod_{i=1}^k P'_{\text{над}i}} \quad (5)$$

Якщо відомий закон розподілу тривалості ТО із k послідовно виконаних операцій, то можна розрахувати і побудувати залежність $\eta(T, k)$ від T при різних значеннях k для кожного зразка РЕТ. Наявність таких залежностей забезпечить можливість вибору оптимального часу на проведення відповідного типу ТО.

З урахуванням визначених часових показників тривалості проведення кожної запланованої операції (m_{τ} , σ_{τ}) можна розрахувати імовірність технічної готовності відповідного зразка РЕТ ($P_{\text{тр}}(T, k)$), значення якої дорівнює:

$$P_{\text{тр}}(T, k) = p(\tau_{(k)} < T) = 1 - e^{-\mu_{(k)}[T - \tau_{0(k)}]}, \quad (6)$$

якщо $T > \tau_{0(k)}$,

$$P_{\text{тр}}(T, k) = p(\tau_{(k)} < T) = 0, \quad \text{якщо } T \leq \tau_{0(k)}, \quad (7)$$

де $\mu_{(k)} = \frac{1}{\sigma_{\tau(k)}}$ – інтенсивність проведення ТО;
 $\tau_{0(k)} = m_{\tau(k)} - \sigma_{\tau(k)}$ – величина, яка характеризує мінімально необхідний час на проведення ТО.

Для проведення усіх запланованих k операцій ТО, які виконуються послідовно, значення величин $m_{\tau(k)}$ та $\sigma_{\tau(k)}$ розраховується за наступними виразами:

$$m_{\tau(k)} = \sum_{i=1}^k m_{\tau_i}; \quad (8)$$

$$\sigma_{\tau(k)} = \sqrt{\sum_{i=1}^k \sigma_{\tau_i}^2}. \quad (9)$$

Отже, за результатами оцінювання ефективності ТО (5) з урахуванням визначених часових показників тривалості проведення кожної операції ТО та розрахованої імовірності технічної готовності зразка РЕТ (6), (7), можна розрахувати

та визначити залежність ефективності ТО з різним обсягом робіт від наявного часу на його проведення та обрати оптимальний варіант проведення ТО в умовах обмеженого часу його проведення (див. рис. 1).

В якості пояснювального прикладу, розглянемо варіант підготовки РЕТ зведеного радіотехнічного підрозділу (ЗвП) у складі РЛС типу П-18 “Малахіт”, РРВ-16МА та НРЗ 1-Л22 до виконання бойових завдань відповідно до спланованого графіку ТО в умовах обмеженого часу на його проведення.

Успішне виконання ЗвП бойових завдань можливе за умов справності всіх трьох зразків РЕТ, які входять до його складу. Час, відведений на підготовку зразків РЕТ ЗвП до використання за призначенням, обмежений, його може не вистачити для перевірки всіх зразків РЕТ (під перевіркою мається на увазі визначення та усунення несправностей). Необхідно визначити мінімальний обсяг ТО, без виконання якого зразки РЕТ не можуть бути допущені до використання за призначенням.

Вочевидь необхідно зупинитися на одному із наступних несумісних варіантів:

А – проведення ТО тільки на РЛС.

В – проведення ТО тільки на НРЗ.

С – проведення ТО тільки на РРВ.

АВ – послідовне виконання операцій за варіантами А і В (або В і А).

АС – послідовне виконання операцій за варіантами А і С (або С і А).

ВС – послідовне виконання операцій за варіантами В і С (або С і В).

АВС – проведення ТО на всіх зразках РЕТ.

Виконання ТО по кожному із варіантів призводить до різного підвищення імовірності справного стану зразків РЕТ, оскільки $P'_{\text{над}A} \neq P'_{\text{над}B}$; $P'_{\text{над}A} \neq P'_{\text{над}C}$; $P'_{\text{над}B} \neq P'_{\text{над}C}$. При цьому $m_{\tau_A} \neq m_{\tau_B}$, $\sigma_{\tau_A} \neq \sigma_{\tau_B}$, $m_{\tau_A} \neq m_{\tau_C}$, $\sigma_{\tau_A} \neq \sigma_{\tau_C}$, $m_{\tau_B} \neq m_{\tau_C}$, $\sigma_{\tau_B} \neq \sigma_{\tau_C}$.

Таким чином, імовірність завершення ТО за відведений час для кожного варіанту різна. В процесі експлуатації не важко знайти статистичним шляхом числові значення всіх перерахованих параметрів. Їх завжди можна підрахувати по хронометражу витрати часу на проведення ТО і результатам проведеної перевірки технічного стану відповідного зразка РЕТ.

Обсяг перевірки кожного зразка РЕТ має бути достатнім, для того, щоб після завершення ТО на i -му виді обладнання, можна було би з високим ступенем достовірності рахувати його апаратуру працездатною, тобто $P_{\text{над}i} = 1$.

За цієї умови загальна надійність усіх зразків РЕТ ЗвП після проведення ТО, наприклад, за варіантом А, буде визначатися добутком $P'_{\text{над}B} \times P_{\text{над}C}$, по варіанту АВ – величиною $P_{\text{над}C}$, а по варіанту АВС буде дорівнювати одиниці.

Проведений аналіз залежностей $\eta(T, k)$ від T дозволяє визначити необхідний обсяг ТО РЕТ за визначений період часу.

Якщо час, відведений на підготовку зразка РЕТ, позначити через T_n , то при $T_n < T_1$ вочевидь, планувати і проводити ТО на РЕТ недоцільно.

За умови $T_1 < T_n \leq T_2$ планування ТО на РЕТ доцільно провести за варіантом С, тобто провести ТО тільки на РРВ.

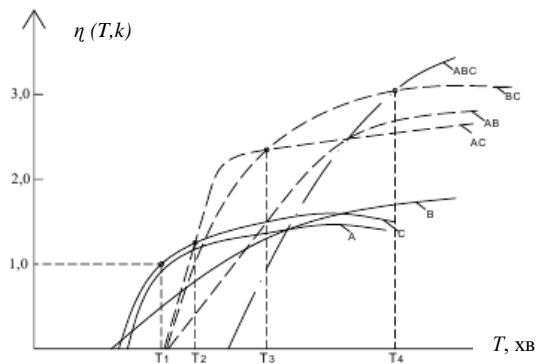


Рис. 1. Залежність ефективності ТО РЕТ від встановленого часу на його проведення

Якщо час на проведення ТО обмежений (визначається умовою $T_2 < T_n \leq T_3$) то найбільш ефективно проведення ТО буде забезпечуватися за варіантом АС (послідовне виконання операцій ТО на РЛС та РРВ).

За умови $T_3 < T_n \leq T_4$ доцільно проводити ТО на РЕТ за варіантом ВС (послідовне виконання операцій ТО на РРЗ та РРВ).

За умови $T_n > T_4$ планування ТО доцільно проводити на всіх трьох зразках РЕТ, тобто за варіантом АВС.

Якщо обраний обсяг ТО буде виконаний до закінчення встановленого часу T , то за обсягом часу що залишився, використовуючи ті ж самі залежності $\eta(T, k)$ від T , можна визначити доцільність проведення ТО на інших елементах (приладах, блоках, вузлах) зразка РЕТ які не були заплановані для їх обслуговування.

Обговорення

У статті, з метою підвищення інформативності оцінювання можливостей системи експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ РТВ щодо виконання покладених на неї завдань, обґрунтовано підходи до визначення необхідного обсягу ТО РЕТ РТВ в умовах обмеженого часу на його проведення під час бойового застосування радіотехнічних військ.

Висновки

Використання запропонованих підходів дозволить: кількісно і якісно оцінити можливості сил і засобів системи експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ РТВ, щодо організації і проведення ТО на різних за функціональним призначенням зразках РЕТ в умовах обмеженого часу на його проведення; оперативно проводити корекцію планів з організації експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ РТВ, обґрунтовано приймати рішення щодо своєчасного планування та проведення ТО на різних за функціональним призначенням зразках РЕТ під час їх використання

за призначенням в умовах обмеженого часу на його проведення, що безумовно позитивно вплине на реалізацію бойових можливостей РТВ під час їх бойового застосування, що підтверджується досвідом підготовки та застосування військ, ОВТ у російсько-українській війні [3].

Матеріали статті можуть бути корисними для фахівців оперативної і тактичної ланок управління, які займаються питаннями удосконалення функціонування систем експлуатації та ремонту (відновлення) ОВТ родів військ ПС ЗС України з метою підтримання їх у постійній готовності до використання за призначенням.

У подальшому, за обраним напрямком дослідження, доцільно провести оцінювання ефективності функціонування системи ТО ОВТ РТВ під час бойового застосування з урахуванням запропонованих підходів до організації і проведення ТО на різних за функціональним призначенням зразках РЕТ у визначених умовах обстановки.

Список використаних джерел

1. Шамко В. Є. Розвиток форм і способів застосування Повітряних Сил Збройних Сил України в сучасних умовах ведення збройної боротьби / В. Є. Шамко, О. М. Жарик, В. В. Коваль // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. Харків : ХНУПС, 2018. № 2 (31). С. 9–15.
2. Тимчасова Доктрина застосування сил оборони України (СП 3-00(04).01). К. : ГОУ ГШ ЗСУ, ЦНДІ ЗСУ, 2025. 50 с.
3. Воєнно-історичний опис російсько-української війни / робоча група на чолі з генералом В. Залужним. К. : МОУ, Апарат ГК ЗСУ, ГШ ЗСУ, ЦДВІ ЗСУ, 2023. Вип. №17. 208 с.
4. Доктрина з охорони повітряного простору та протиповітряного прикриття важливих державних і військових об'єктів (ВКДП 3-08(01).01) : затверджена Головнокомандувачем ЗС України 25 грудня 2020 року. Вінниця : КПС ЗСУ спільно з ХНУПС, 2020. 34 с.
5. Тактика радіотехнічних військ : навчальний посібник / Г. В. Худов, Б. В. Бакуменко, В. І. Боровий та ін.; за заг. ред. Г. В. Худова. Х. : ХНУПС, 2018. 240 с.
6. Доктрина Об'єднана логістика (ВКП 4-00(01).01) : затверджена Головнокомандувачем Збройних Сил України від 19.09.2020 року. К. : ГУЛ ГШ ЗСУ, ЦНДІ ЗСУ, 2020. 39 с.
7. Організація експлуатації та ремонту озброєння та військової техніки радіотехнічних військ : навчальний посібник / Юфа Є. А., Пуховий О. В., Попов С. Е. та інші. Київ : НУОУ, 2023. 148 с.
8. ДСТУ 2860:1994. Видання. Надійність техніки. Терміни та визначення. Чинний від 1996-01-01. Київ, 1996. 26 с.
9. Соловійов В. І. Організація експлуатації авіаційної техніки : монографія. Київ : НАОУ, 2005. 222 с.
10. Бабкін Ю. В., Оліфіренко В. С. Аналіз існуючих засобів технічного обслуговування та пропозиції щодо скорочення часу на технічне обслуговування бронетанкового озброєння та військової техніки у польових умовах. Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : зб. тез. доп. XXVII Міжнародної наук.-практ. конф., 15–17 трав. 2019 р. Харків : ХП, 2019. С. 16. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/44984/1/MicroCAD_2019_Babkin_Analiz_isnuuychkh.pdf.

11. Gallasch Guy E., J. Lilith. Modelling Defence Logistics Networks. International Journal on Soft-ware Tools for Technology Transfer. 2008. № 1(10). P. 75–79. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.85.9536>.

12. Наконечний О. В. Методика оцінювання ефективності функціонування системи логістичного забезпечення сил оборони держави. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. № 1(38). С. 54–60. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.38.06>.

13. Креденцер Б.П. Модель періодичного технічного обслуговування об'єктів озброєння та військової техніки / Б.П. Креденцер, О.П. Волох // 36. наук. пр. ВІПІ НТУУ “КПІ”. 2005. №2. С.53–56.

14. Старцев В. В., Третяк В. Ф., Бровко М. Б., Джигірей В. О., Коломійцев О. В. Підходи щодо підтримки рішення на виконання заходів з відновлення озброєння та військової техніки в системі логістичного забезпечення Повітряних Сил Збройних Сил України. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. Чернівці : ДНДІ ВС ОБТ, 2022. Вип. 1(11). С. 116–126. <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/155>.

15. Старцев В. В., Мусієнко О.П., Гурін О. М., Просяник В. В., Коломійцев О. В. Методика оцінювання

ефективності відновлення озброєння та військової техніки Повітряних Сил Збройних Сил України. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. Чернівці : ДНДІ ВС ОБТ, 2022. Вип. 2(12). С. 134–144. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.12.2022.14>.

16. Старцев В. В. Основні положення методики оцінювання можливостей відновлення озброєння та військової техніки Повітряних Сил Збройних Сил України, пошкоджених під час ведення бойових дій / В. В. Старцев, В. Ф. Третяк, Л. В. Міхальова, О. В. Коломійцев, В. В. Борщ, Р. М. Олійник // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. Чернівці : ДНДІ ВС ОБТ, 2022. Вип. 3(13). С. 110–120. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.13.2022.12>.

17. Войтенко С.С., Бабич О.О. Метод планування технічного обслуговування військового ремонту озброєння та військової техніки в сучасних умовах. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. Харків : ХНУПС, 2021. Вип. 3(69). С. 50–54. <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.69.06>.

Serhii Popov (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)
<https://orcid.org/0000-0001-7410-1267>

Yevhen Yufa (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)
<https://orcid.org/0000-0002-6362-5986>

Valerii Bondar (Doctor of Philosophy)
<https://orcid.org/0000-0001-8843-680X>

Borys Yelizarov
<https://orcid.org/0009-0002-2564-2491>

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

JUSTIFICATION OF APPROACHES TO DETERMINING THE REQUIRED LEVEL OF TECHNICAL MAINTENANCE OF RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT IN THE CONDITIONS OF LIMITED TIME FOR ITS IMPLEMENTATION CONDUCT DURING THE COMBAT USE OF RADIO-TECHNICAL TROOPS

The current conditions of armed confrontation in the airspace, the duration and intensity of warfare, create the prerequisites for an increase in the number of failures of radio-electronic equipment as a result of operational and combat damage. Reducing the number of failures of radio-electronic equipment for operational reasons during combat use can be solved by timely planning and high-quality maintenance.

In the article, in order to increase the informativeness of assessing the capabilities of the system of operation and repair (restoration) of weapons and military equipment of radio-technical troops to perform the tasks assigned to it, approaches to determining the required level of technical maintenance of radio-electronic equipment of radio-technical troops in conditions of limited time for its implementation are substantiated. The study was conducted using well-known scientific methods, in particular, systems analysis, probability theory and mass service systems, which allowed to describe with sufficient completeness and accuracy the main processes circulating in the system of restoration and repair of weapons and military equipment of radio-technical troops during combat use. The proposed approaches should be used in further scientific research on improving the efficiency of operation and repair (restoration) of weapons and military equipment of radio-technical troops and the effectiveness of their combat use. The materials of the article can also be useful for specialists of operational and tactical management levels who are engaged in improving the functioning of systems for operation and repair (restoration) of weapons and military equipment of the Air Force branches in order to maintain them in constant readiness for use for their intended purpose.

Keywords: *life cycle, technical utilization factor, unit costs, maintenance, technical and economic efficiency.*

References

1. Shamko V. Ye. Rozvytok form i sposobiv zastosuvannya Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy v suchasnykh umovakh vedennia zbroinoi borotby / V. Ye. Shamko, O. M. Zharyk, V. V. Koval // Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. Kharkiv : KhNUPS, 2018. № 2 (31). S. 9–15.
2. Tymchasova Doktryna zastosuvannya syl oborony Ukrainy (SP 3-00(04).01). K. : HOU HSh ZSU, TsNDI ZSU, 2025. 50 c.
3. Voienno-istorychnyi opys rosiisko-ukrainskoi viiny / robocha hrupa na choli z heneralom V. Zaluzhnyim. K. : MOU, Aparat HK ZSU, HSh ZSU, TsDVI ZSU, 2023. Vyp. №17. 208 s.
4. Doktryna z okhorony povitrianoho prostoru ta protypovitrianoho prykryttia vazhlyvykh derzhavnykh i viiskovykh ob'ektiv (VKDP 3-08(01).01) : zatverdzhena Holovnokomanduvachem ZS Ukrainy 25 hrudnia 2020 roku. Vinnytsia : KPS ZSU spilno z KhNUPS, 2020. 34 s.
5. Taktyka radiotekhnichnykh viisk : navchalnyi posibnyk / H. V. Khudov, B. V. Bakumenko, V. I. Borovyi ta in.; za zah. red. H. V. Khudova. Kh. : KhNUPS, 2018. 240 s.
6. Doktryna Obiednana lohistyka (VKP 4-00(01).01) : zatverdzhena Holovnokomanduvachem Zbroinykh Syl Ukrainy vid 19.09.2020 roku. K. : HUL HSh ZSU, TsNDI ZSU, 2020. 39 s.
7. Orhanizatsiia ekspluatatsii ta remontu ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki radiotekhnichnykh viisk : navchalnyi posibnyk / Yufa Ye. A., Pukhovyi O. V., Popov S. E. ta inshi. Kyiv : NUOU, 2023. 148 s.
8. DSTU 2860:1994. Vydannia. Nadiinist tekhniky. Terminy ta vyznachennia. Chynnyi vid 1996-01-01. Kyiv, 1996. 26 s.
9. Soloviov V. I. Orhanizatsiia ekspluatatsii aviatsiinoi tekhniky : monohrafiia. Kyiv : NAOU, 2005. 222 s.
10. Babkin Yu. V., Olifirenko V. S. Analiz isnuichykh zasobiv tekhnichnoho obsluhovuvannya ta propozyttsii shchodo skorochennia chasu na tekhnichne obsluhovuvannya bronetankovoho ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky u polovykh umovakh. Informatsiini tekhnolohii : nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia : zb. tez. dop. KhXVII Mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf., 15–17 trav. 2019 r. Kharkiv : KhPI, 2019. S. 16. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/44984/1/MicroCAD_2019_Babkin_Analiz_isnuichykh.pdf.
11. Gallasch Guy E., J. Lilith. Modelling Defence Logistics Networks. International Journal on Soft-ware Tools for Technology Transfer. 2008. № 1(10). P. 75–79. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.85.9536>.
12. Nakonechnyi O. V. Metodyka otsiniuvannya efektyvnosti funktsionuvannya systemy lohystychnoho zabezpechennia syl oborony derzhavy. Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. 2020. № 1(38). S. 54–60. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.38.06>.
13. Kredentser B.P. Model periodychnoho tekhnichnoho obsluhovuvannya ob'ektiv ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky / B.P. Kredentser, O.P. Volokh // Zb. nauk. pr. VITI NTUU “KPI”. 2005. №2. S.53–56.
14. Startsev V. V., Tretiak V. F., Brovko M. B., Dzhihirei V. O., Kolomiitsev O. V. Pidkhody shchodo pidtrymky rishennia na vykonannia zakhodiv z vidnovlennia ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky v systemi lohystychnoho zabezpechennia Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho nauково-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky. Chernihiv : DNDI VS OVT, 2022. Vyp. 1(11). S. 116–126. <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/155>.
15. Startsev V. V., Musiienko O.P., Hurin O. M., Prosiyanik V. V., Kolomiitsev O. V. Metodyka otsiniuvannya efektyvnosti vidnovlennia ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho nauково-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky. Chernihiv : DNDI VS OVT, 2022. Vyp. 2(12). S. 134–144. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.12.2022.14>.
16. Startsev V. V. Osnovni polozhennia metodyky otsiniuvannya mozhlyvosti vidnovlennia ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy, poshkodzhennykh pid chas vedennia boiovykh dii / V. V. Startsev, V. F. Tretiak, L. V. Mikhalova, O. V. Kolomiitsev, V. V. Borschch, R. M. Oliinyk // Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho nauково-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky. Chernihiv : DNDI VS OVT, 2022. Vyp. 3(13). S. 110–120. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.13.2022.12>.
17. Voytenko S.S., Babych O.O. Metod planuvannya tekhnichnoho obsluhovuvannya viys'kovoho remontu ozbroiennia ta viys'kovoyi tekhniky v suchasnykh umovakh. Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivsk'oho natsional'noho universytetu Povitrianykh Syl im. I. Kozheduba. Kharkiv : KHNUPS, 2021. Vyp. 3(69). S. 50–54. <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.69.06>.