

Г. В. ІВАНЕЦЬ, С. А. ГОРЕЛИШЕВ, М. Г. ІВАНЕЦЬ, О. А. НАКОНЕЧНИЙ, О. М. СТАВИЦЬКИЙ

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Досвід сучасних війн показав, що головним напрямом застосування засобів повітряного нападу є інтегроване використання крилатих і балістичних ракет, безпілотних літальних апаратів різних типів при нанесенні масованих ударів по критичним об'єктам інфраструктури країни, а також проведення інтенсивних авіаційних ударів для здійснення авіаційної підтримки сухопутних угруповань військ при веденні ними наступальних дій. В таких умовах протиповітряна оборона, зокрема протиповітряна оборона Сухопутних військ, стала одним з основних стратегічних факторів, які визначають рівень безпеки держави, а в ході проведення бойових дій істотно впливає на результати збройного конфлікту або війни. Підтримання зразків озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ в постійній готовності до застосування за призначенням забезпечується чітким та якісним проведенням заходів щодо організації їх експлуатації. У статті запропонована удосконалена методика оцінювання ефективності організації експлуатації зразків озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ. В якості критерію ефективності організації експлуатації озброєння вважається вимога того, що коефіцієнт готовності їх до застосування за призначенням повинен бути не гірше заданого, час приведення в готовність, розгортання та згортання, експлуатаційна технологічність та безпека експлуатації відповідають заданим вимогам при наявному запасі ресурсу. Такий підхід дозволяє більш об'єктивно підійти до оцінювання ефективності організації експлуатації озброєння з метою прийняття необхідних рішень для покращення ситуації в разі необхідності.

Ключові слова: зразок озброєння; ефективність; організація експлуатації; готовність; ресурс; безпека експлуатації

H. IVANETS, S. HORIELYSHEV, M. IVANETS, A. NAKONECHNYI, O. STAVYTSKYI

IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE ORGANISATION OF OPERATION OF AIR DEFENCE WEAPON AND MILITARY EQUIPMENT SYSTEMS OF THE GROUND FORCES

The experience of modern warfare has shown that the principal direction of the employment of air attack means is the integrated use of cruise and ballistic missiles, unmanned aerial vehicles of various types in delivering massed strikes against critical infrastructure facilities of the country, as well as the conduct of intensive air strikes to provide air support to ground force groupings during their offensive operations. Under such conditions, air defence, in particular the air defence of the Ground Forces, has become one of the primary strategic factors determining the level of national security, and in the course of combat operations substantially influences the outcomes of an armed conflict or war. Maintaining the air defence weapon systems of the Ground Forces in a constant state of readiness for employment in their intended role is ensured by the precise and high-quality implementation of measures for organising their operation. The article proposes an improved methodology for assessing the effectiveness of the organisation of operation of air defence weapon systems of the Ground Forces. As the criterion of effectiveness of the organisation of weapon operation, the requirement is adopted that the readiness coefficient for employment in the intended role shall be no worse than the specified value, that the time for bringing to readiness, deployment and redeployment, operational maintainability, and operational safety meet the established requirements given the available resource margin. This approach allows a more objective assessment of the effectiveness of the organisation of weapon operation for the purpose of making the necessary decisions to improve the situation where required.

Keywords: weapon system; effectiveness; organisation of operation; readiness; resource; operational safety

Постановка проблеми. Досвід ведення бойових дій, у тому числі і широкомасштабна війна Російської Федерації проти України, показав, що головним напрямом застосування засобів повітряного нападу (ЗПН) залишається інтегроване застосування крилатих і балістичних ракет різних типів та безпілотних літальних апаратів (БПЛА) при нанесенні масованих ударів по критичним об'єктам інфраструктури країни, а також проведення інтенсивних авіаційних ударів для здійснення авіаційної підтримки сухопутних угруповань військ при веденні ними наступальних дій [1–6]. Такі комплексні масовані удари по військовій та цивільній інфраструктурі країни спрямовані на зниження потенціалу військово-промислового комплексу, порушення функціонування енергетичної інфраструктури та здійснення психологічного впливу на свідомість громадян та військово-політичного керівництва країни.

В таких умовах протиповітряна оборона (ППО), зокрема протиповітряна оборона Сухопутних військ (ППО СВ), стала одним з основних стратегічних факторів, які визначають рівень безпеки держави, а в ході проведення бойових дій істотно впливає на результати збройного конфлікту або війни.

Підтримання зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) військ ППО СВ в постійній готовності до застосування за призначенням забезпечується чітким та якісним проведенням заходів щодо організації їх експлуатації. Це передбачає організацію використання та зберігання зразків ОВТ у справному стані з необхідним запасом ресурсів, скорочення строків приведення їх у готовність до застосування, забезпечення встановлених показників надійності, скорочення трудовитрат під час проведення технічного обслуговування і ремонту (ТОiP), продовження термінів служби ОВТ, впровадження перспективних стратегій ТОiP.

Тому дослідження, які спрямовані на вирішення задачі оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ військ ППО СВ на даний час є актуальними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання підвищення ефективності організації експлуатації зразків ОВТ завжди були актуальними і розглядалися в цілому ряді робіт. Так авторами роботи [7] проведено аналіз

© Г. В. Іванець, С. А. Горелишев, М. Г. Іванець, О. А. Наконечний, О. М. Ставицький, 2026

існуючої системи ТОіР радіоелектронних засобів зенітних ракетних комплексів (ЗРК), запропоновано підхід щодо її удосконалення з урахуванням рекомендацій іноземних виробників озброєння та досвіду технічної експлуатації з метою підвищення її ефективності функціонування.

Планово-попереджувальна система ТОіР передбачає комплекс організаційно технічних заходів попереджувального характеру, що проводяться в плановому порядку з метою забезпечення постійної готовності ОВТ до виконання завдань за призначенням. Система заснована на безперервному контролі технічного стану зразків ОВТ, профілактичному характері основних заходів і на жорсткому плануванні цих заходів як за часом виконання, так і за обсягом робіт. В якості показника оцінювання рівня готовності зразків ОВТ до застосування за призначенням використовується комплексний показник надійності – коефіцієнт готовності [8].

Авторами роботи [9] представлено результати розробки підходу щодо порядку визначення коефіцієнта боеготовності ЗРК, як комплексного показника надійності, який враховує наявність у нього запасу ресурсу, своєчасність його приведення у початкове положення та підтримання у готовності до бойового використання, а також безвідмовність при бойовому використанні, як для умов мирного часу, так і для воєнного часу.

Основна задача організації експлуатації зразків ОВТ полягає в підтриманні їх в постійній готовності до застосування за призначенням. Одним з напрямків підтримання озброєння в постійній готовності є забезпечення встановлених показників надійності шляхом скорочення трудовитрат під час проведення ТОіР та впровадження перспективних стратегій ТОіР. В роботах [10–12] розглянута концепція призначення технічного обслуговування (ТО) зразків ОВТ за комбінованим принципом для підвищення їх надійності функціонування. Комбінований принцип призначення термінів ТО застосовується для озброєння, зношення якого відбувається як під час роботи, так і під час зберігання. За цим принципом ТО виконується через установлені календарні терміни і, крім того, у разі відпрацювання певної частини ресурсу. При цьому перелік і періодичність виконання операцій ТО визначаються значеннями наробітку (або календарною тривалістю експлуатації) з початку експлуатації або після відповідного ремонту. Авторами робіт [13, 14] розглянуті принципи проведення ТО за станом, яке широко використовується в сучасних закордонних зразках ОВТ і характеризується тим, що перелік і періодичність операцій ТО визначається фактичним станом зразків озброєння в момент початку ТО. Перелік і періодичність операцій ТО, в тому числі заміни елементів на зразках озброєння, призначаються за результатами контролю їх технічного стану. Контроль може

бути безперервним або періодичним. Періодичність встановлюється за результатами прогнозування технічного стану зразків ОВТ. Операції заміни, регулювання, поточного ремонту призначаються у разі виявлення непрацездатності зразка або його передвідмовного стану.

Таким чином, проведений аналіз літературних джерел показує, що питанням оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ з урахуванням всіх її аспектів приділено недостатньо уваги. В основному розглядаються питання впливу ефективності проведення ТОіР на показники готовності озброєння до застосування за призначенням

З огляду на це потребує вирішення задача удосконалення методичного підходу щодо оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ, зокрема зенітних засобів ППО СВ.

Мета дослідження полягає в удосконаленні методичного підходу щодо оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ військ ППО СВ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити критерії оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ через одиничні показники надійності (безвідмовності та ремонтпридатності);

- розробити удосконалений методичний підхід щодо оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ військ ППО СВ з врахуванням надійності їх функціонування та відповідності ТТХ додаткових вимог.

Виклад основного матеріалу. У нашому дослідженні ефективність визначається як загальна властивість будь-якої цілеспрямованої діяльності, що розкривається через категорію мети та об'єктивно виражається ступенем її досягнення на основі витрат ресурсів та часу. Ефективність організації експлуатації зразків ОВТ військ ППО СВ характеризує ступінь забезпечення надійності та безперебійності їх функціонування з метою підтримання їх в постійній готовності до застосування за призначенням.

Боеготовим вважається такий працездатний зразок ОВТ, що має необхідний запас ресурсу, приведений у початкове положення і підготовлений до виконання завдання до призначення [9].

Відповідно до визначення такий зразок ОВТ характеризується одночасним виконанням таких умов:

- працездатністю у довільний момент наробітку (часу);
- наявністю запасу ресурсу;
- приведений у початкове положення;
- підготовлений до виконання завдання відповідно до призначення.

Працездатність зразка ОВТ характеризується його надійністю, тобто властивістю озброєння зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та

умовах застосування, ТО, зберігання та транспортування. Надійність є комплексною властивістю, яка залежно від призначення містить безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збережувальність чи певні поєднання цих властивостей.

Ефективність організації експлуатації зразків ОБТ військ ППО СВ з метою підтримання їх в постійній бойовій готовності до застосування за призначенням будемо характеризувати комплексним показником надійності для відновлюваних зразків ОБТ – коефіцієнтом готовності K_G .

Коефіцієнт готовності зразка ОБТ до застосування за призначенням це ймовірність того, що приведений у початкове положення зразок озброєння у довільний момент наробітку (часу) буде готовим до використання за призначенням [15]:

$$K_G = \frac{T_{CP}}{T_{CP} + T_B}, \quad (1)$$

де K_G – коефіцієнт готовності зразка ОБТ;

T_{CP} – середній наробіток (час) між відмовами зразка ОБТ на встановленому інтервалі експлуатації;

T_B – середній наробіток (час) перебування зразка ОБТ у стані відновлення боєготовності (працездатності) на встановленому інтервалі експлуатації.

В якості критерію ефективності організації експлуатації зразків ОБТ військ ППО СВ будемо вважати комплексну вимогу, що коефіцієнт готовності зразків повинен бути не гірше заданого $K_{Gзад}$ та час приведення в готовність, розгортання та згортання, експлуатаційна технологічність та безпека експлуатації відповідають заданим нормам при наявному запасі ресурсу:

$$K_G \geq K_{Gзад}, \quad (2)$$

де $K_{Gзад}$ – значення коефіцієнта готовності зразка ОБТ, яке встановлено керівними документами.

Оскільки для відновлюваних зразків ОБТ при виникненні відмови працездатності передбачено їх відновлення, то надійність функціонування зразків та їх боєздатність можна характеризувати через одиничні показники – T_{CP} та T_B , як складових комплексного показника надійності – коефіцієнта готовності.

Таким чином, під ефективністю організації експлуатації зразків ОБТ будемо розуміти ступінь забезпечення їх надійності до виконання своїх функцій в різних режимах та умовах використання з врахуванням відповідності тактико-технічним характеристикам (ТТХ) наступних додаткових вимог:

- часу приведення в готовність зразка ОБТ;
- часу розгортання та згортання зразка ОБТ;
- безпеки експлуатації зразка ОБТ;

- експлуатаційної технологічності;
- наявності запасу ресурсу зразка ОБТ.

З врахуванням цього, критерії оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОБТ через одиничні показники надійності (безвідмовності та ремонтпридатності) наступні:

1. ефективність організації експлуатації зразків ОБТ повністю задовольняє вимогам, якщо показники надійності зразків (середній час між відмовами T_{CP} , середній час перебування зразка ОБТ у стані відновлення працездатності T_B , час технічного обслуговування i -го виду T_{TOi} та трудомісткість технічного обслуговування i -го виду TD_{TPi}) не гірше заданих в ТТХ на зразок, час приведення в готовність, розгортання та згортання, експлуатаційна технологічність та безпека експлуатації виробу відповідають заданим вимогам при наявному запасі ресурсу;

2. ефективність організації експлуатації зразків ОБТ не в повній мірі задовольняє вимогам, якщо показники надійності зразків (середній час між відмовами T_{CP} , середній час перебування зразка ОБТ у стані відновлення працездатності T_B , час технічного обслуговування i -го виду T_{TOi} та трудомісткість технічного обслуговування i -го виду TD_{TPi}) не гірше заданих в ТТХ на зразок, забезпечується безпека експлуатації зразка, зразок має запас ресурсу, а одна або більше інших додаткових вимог не відповідають заданим вимогам;

3. ефективність організації експлуатації зразків ОБТ не відповідає вимогам, якщо хоча б один із показників надійності зразків (середній час між відмовами T_{CP} , середній час перебування зразка ОБТ у стані відновлення працездатності T_B , час ТО i -го виду T_{TOi} та трудомісткість ТО i -го виду TD_{TPi}) не відповідає вимогам ТТХ на зразок ОБТ або не забезпечується безпечна експлуатація та відсутній запас його ресурсу, не залежно від того відповідають заданим вимогам чи не відповідають інші додаткові вимоги на зразок ОБТ.

Метою оцінки ефективності організації експлуатації зразків ОБТ військ ППО СВ в ході підконтрольної експлуатації (ПКЕ) та штатної експлуатації є:

– підтвердження відповідності зразка ОБТ вимогам нормативно-технічної документації (НТД) в умовах його використання за призначенням;

– оцінювання показників надійності зразків ОБТ під час ПКЕ (штатної експлуатації) у різні пори року та різних кліматичних умовах;

– дослідження зміни якісних показників технічного стану зразків ОБТ під час ПКЕ (штатної експлуатації) в різних умовах.

Збір інформації про надійність та інші експлуатаційні показники зразків ОБТ під час ПКЕ (штатної експлуатації) проводиться для отримання об'єктивних даних, необхідних для удосконалення конструкції зразків, технології

виготовлення, правил та методів експлуатації і ремонту, а також контролю показників надійності.

Під час ПКЕ (штатної експлуатації) зразків ОВТ здійснюється збір інформації для подальшої оцінки показників їх надійності (безвідмовності, ремонтпридатності).

Середній час між відмовами зразка ОВТ T_{CP} обчислюється наступним чином:

$$T_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (3)$$

де T_{CP} – середній час між відмовами зразка ОВТ;

t_i – напрацювання на відмову між i -ою і $(i-1)$ -ою відмовами;

n – кількість відмов за період спостереження (експлуатації).

Середній час перебування зразка ОВТ у стані відновлення працездатності T_B обчислюється наступним чином:

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n}, \quad (4)$$

де T_B – середній час перебування зразка ОВТ у стані відновлення працездатності;

τ_i – час перебування зразка ОВТ у стані відновлення працездатності після виникнення i -ої відмови.

Час технічного обслуговування i -ого виду T_{TOi} оцінюється у відповідності з виразом:

$$T_{TOi} = \sum_{l=1}^m t_{il}, \quad (5)$$

де T_{TOi} – час технічного обслуговування i -ого виду;

t_{il} – тривалість l -ої операції відповідного i -ого виду ТО;

i – вид ТО (контрольний огляд (КО), щоденне технічне обслуговування (ЩТО), технічне обслуговування № 1 (ТО-1), технічне обслуговування № 2, (ТО-2), сезонне обслуговування (СО));

m – кількість операцій в i -му виді ТО.

Трудомісткість ТО i -ого виду TD_{TPi} будемо вимірювати у таких одиницях як людино-години та оцінювати у відповідності з виразом:

$$TD_{TPi} = \sum_{l=1}^m TD_{il}, \quad (6)$$

де TD_{TPi} – трудомісткість ТО i -ого виду;

TD_{il} – трудомісткість l -ої операції відповідного i -ого виду ТО;

i – вид обслуговування (КО, ЩТО, ТО-1, ТО-2, СО);

m – кількість операцій в i -му виді ТО.

Час згорання та розгорання зразка ОВТ на підготовленій позиції обчислюється при кожному його застосуванні на протязі часу ПКЕ (штатної експлуатації). Час згорання та розгорання зразка ОВТ на не підготовленій позиції обчислюється під час здійснення його транспортування.

Перевірка часу розгорання зразка ОВТ на підготовленій позиції здійснюється з похідного положення. Відлік часу на розгорання починається з подачі команди на початок його розгорання і фіксується в момент встановлення зв'язку з датчиками.

Час розгорання t_p є середнім арифметичним отриманих часових показників t_{Pi} розгорання при кожному застосуванні зразка ОВТ, який обчислюється за формулою:

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{Pi}}{n}, \quad (7)$$

де t_p – середнє арифметичне часу розгорання зразка ОВТ;

t_{Pi} – час розгорання зразка ОВТ при i -му застосуванні;

n – кількість вимірювань часу розгорання зразка ОВТ.

Час згорання t_z є середнім арифметичним отриманих часових показників t_{zi} згорання при кожному застосуванні зразка ОВТ, який обчислюється за формулою:

$$t_z = \frac{\sum_{i=1}^n t_{zi}}{n}, \quad (8)$$

де t_z – середнє арифметичне часу згорання зразка ОВТ;

t_{zi} – час згорання зразка ОВТ при i -му застосуванні;

n – кількість вимірювань часу згорання зразка ОВТ.

Перевірка часу розгорання та часу згорання зразка ОВТ на не підготовленій позиції здійснюється кожного разу під час здійснення маршруту на ділянках місцевості. Перевірка вважається пройденою успішно, якщо:

– час розгорання зразка ОВТ відповідає середнім характеристикам, наведеним в експлуатаційній документації (ЕД) на виріб;

– час згорання зразка ОВТ відповідає середнім характеристикам, наведеним в ЕД на виріб.

Перевірки для оцінки кожного з показників здійснюється методом послідовних замірів часу розгорання та згорання при кожному застосуванні зразка ОВТ.

При оцінці відповідності даних характеристик вимогам ТТХ застосовують два якісних критерії – «відповідає заданим критеріям» або «не відповідає заданим критеріям». Час

згортання та розгортання зразка ОВТ на підготовленій на не підготовленій позиції відповідає вимогам, якщо дані показники не перевищують заявлених у ТТХ, в іншому випадку – не відповідають заданим вимогам.

Метод визначення часу готовності зразка ОВТ до бойової роботи полягає у вимірі часу від початку першої операції по ввімкненню системи до готовності отримання команд управління всіма операторами системи.

Середня тривалість часу готовності зразка ОВТ до роботи обчислюється за формулою:

$$T_{\Gamma} = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n t_{ji}}{nk}, \quad (9)$$

де T_{Γ} – середня тривалість часу готовності зразка ОВТ до роботи, с;

t_{ji} – час готовності зразка ОВТ до роботи з j -м оператором при i -му вимірі, с;

n – кількість вимірів; k – кількість операторів.

Перевірки для оцінки кожного з показників здійснюється протягом ПКЕ (штатної експлуатації). Зразок ОВТ вважають таким, що відповідає вимогам, якщо час готовності до бойової роботи не перевищує задане значення, тобто виконується умова:

$$T_{\Gamma} \leq T_{\Gamma_{зад}}, \quad (10)$$

де $T_{\Gamma_{зад}}$ – значення тривалість часу готовності зразка ОВТ до роботи, яке встановлено керівними документами.

Оцінювання можливості роботи у експлуатаційних режимах в умовах механічних впливів для мобільного варіанту зразків ОВТ ППО СВ. Оцінюється можливість роботи мобільних зразків ОВТ в умовах механічних впливів (ГОСТ 20.39. 304-76) в діапазонах робочих температур від 5 до 40°C при відносній вологості не більш 95% при 30°C та атмосферному тиску не нижче 450 мм рт. ст.

Метод визначення можливості роботи зразка ОВТ в даних експлуатаційних умовах для мобільного варіанту виконання виробу полягає в оцінюванні безвідмовності (працездатності) виробу після механічних впливів у процесі руху (збереженість в умовах транспортування). При оцінці можливості роботи в умовах механічних впливів для мобільного варіанту зразків ОВТ ППО СВ підлягають перевірці та уточненню:

– відповідність зразка ОВТ заданим в технічних умовах (ТУ) показникам щодо зберігання можливості функціонування в умовах транспортування на встановлену дальність із заданими швидкостями;

– уточнюється порядок та обсяг ТО зразка ОВТ при їх транспортуванні.

Перевірка безпеки експлуатації здійснюється візуальним оглядом та при практичних діях з урахуванням специфіки призначення та

використання зразка ОВТ. При цьому особлива увага звертається на:

– відсутність візуально видимих ознак виникнення небезпеки при налаштуванні, експлуатації, обслуговуванні, зберіганні та транспортуванні зразка ОВТ;

– захищеність (мінімізація) від ненавмисних хибних дій, що можуть спричинити виникнення небезпечної ситуації;

– надійність кріплень, з'єднувальних елементів тощо;

– наявність обладнання захисного заземлення (де це передбачено ЕД), пристосування для його кріплення, відповідного маркування;

– наявність та справність засобів автоматичного захисту (відключення) в системі електроживлення (де це передбачено ЕД);

– відсутність випадків, що можуть спричинити неочікувані аварійні ситуації;

– простота процедур реагування на можливі збої, аварійні ситуації.

Серед потенційних ризиків, які можуть виникнути під час експлуатації зразка ОВТ можуть бути технічні несправності, можливі неполадки в роботі програмного забезпечення, ризики, пов'язані з маніпулюванням обладнанням, тощо.

Оцінювання безпеки експлуатації зразка ОВТ здійснюється за 5-бальною шкалою:

– «5» – якщо не було виявлено ознак і випадків виникнення небезпеки під час експлуатації зразка ОВТ, а конструктивне його виконання максимально унеможливило несанкціоновані дії, що можуть спричинити виникнення небезпечної ситуації (повністю забезпечена безпека експлуатації зразка ОВТ);

– «4» – якщо мали місце несуттєві ознаки виникнення небезпечних ситуацій, що були швидко усунуті без значних зусиль, а конструктивне виконання виробу має незначні недоліки, але в цілому забезпечує безпечну експлуатацію зразка ОВТ (в цілому забезпечена безпека експлуатації зразка ОВТ);

– «3» – якщо мали місце ознаки або незначні поодинокі факти виникнення небезпечних ситуацій, що потребувало достатньо зусиль для усунення, а конструктивне виконання зразка ОВТ має суттєві недоліки, що може спричинити небезпеку при його експлуатації (не повністю забезпечена безпека експлуатації зразка ОВТ);

– «2» – якщо мали місце суттєві факти періодичного виникнення небезпечних ситуацій, що потребувало значних зусиль для їх усунення, а конструктивне виконання зразка ОВТ має неприпустимі прорахунки, що створюють умови для небезпеки експлуатації зразка ОВТ (не забезпечена безпека експлуатації зразка ОВТ);

– «1» – якщо системно виникали небезпечні ситуації, що потребувало значних зусиль для їх усунення, а конструктивне виконання виробу має неприпустимі прорахунки, що створюють безпосередні умови для небезпеки при експлуатації зразка ОВТ (не забезпечена безпека експлуатації зразка ОВТ).

Загальна оцінка зразка ОВТ розраховується як середнє арифметичне отриманих оцінок за період спостереження при ПКЕ (штатній експлуатації).

Критерії оцінювання експлуатаційної технологічності зразка ОВТ:

– конструкція зразка ОВТ, розташування органів керування та засобів контролю (діагностування) забезпечують доступність, зручність і простоту виконання операцій при проведенні ТО та робіт з контролю (діагностування) технічного стану заданими способами та методами (повністю відповідають вимогам);

– конструкція зразка ОВТ, розташування органів керування та засобів контролю (діагностування) не забезпечують в повній мірі доступність, зручність і простоту виконання операцій при проведенні ТО та робіт з контролю (діагностування) технічного стану заданими способами та методами (не в повній мірі відповідають вимогам);

– конструкція зразка ОВТ, розташування органів керування та засобів контролю (діагностування) не забезпечують доступність, зручність і простоту виконання операцій при проведенні ТО та робіт з контролю (діагностування) технічного стану заданими способами та методами (не відповідають вимогам).

Оцінювання наявності запасу ресурсу зразка ОВТ здійснюється наступним чином. Ресурс зразків ОВТ характеризує сумарний наробіток від початку його експлуатації чи його поновлення після ремонту до переходу в граничний стан, при досягненні якого експлуатація повинна бути зупинена незалежно від його стану [16]. Ресурс зразків ОВТ можна характеризувати коефіцієнтом запасу ресурсу.

Коефіцієнт запасу ресурсу R_i [16] вибирається в залежності від запасу ресурсу стосовно даного зразка ОВТ наступним чином:

– для зразків, які мають 100% ресурс (нові зразки ОВТ) – $R_i=1$;

– для зразків, які мають ресурс 99,9-75% від початкового ресурсу нового зразка (або зразка після середнього чи капітального ремонту) – $R_i=0,875$;

– для зразків, які мають ресурс 74,9-50% від початкового ресурсу нового зразка (або зразка після середнього чи капітального ремонту) – $R_i=0,625$;

– для зразків, які мають ресурс 49,9-25% від початкового ресурсу нового зразка (або зразка після середнього чи капітального ремонту) – $R_i=0,375$;

– для зразків, які мають ресурс 24,9-0,1% від початкового ресурсу нового зразка (або зразка після середнього чи капітального ремонту) – $R_i=0,125$;

– для зразків, які мають ресурс 0% (зразки витратили встановлений для них ресурс, тому підлягають списанню) – $R_i=0$.

Критерії оцінювання запасу ресурсу зразка ОВТ:

– якщо коефіцієнт запасу ресурсу R_i менше деякого заданого критичного значення $R_{зад}$

($R_i < R_{зад}$), то вважається що запас ресурсу зразка ОВТ не відповідає вимогам;

– якщо коефіцієнт запасу ресурсу R_i не менше деякого заданого критичного значення $R_{зад}$ ($R_i \geq R_{зад}$), то вважається що запас ресурсу зразка ОВТ відповідає вимогам.

Таким чином, удосконалено методичний підхід щодо оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ військ ППО СВ з врахуванням надійності їх функціонування та відповідності ТТХ наступних додаткових вимог – часу приведення в готовність; часу розгортання та згорання; безпеки експлуатації; експлуатаційної технологічності; наявності запасу ресурсу.

Висновки

1. Основна задача організації експлуатації зразків ОВТ військ ППО СВ полягає в підтриманні їх в постійній готовності до застосування за призначенням і передбачає організацію їх використання, зберігання у справному стані з необхідним запасом ресурсів, скорочення строків приведення у готовність до застосування, забезпечення встановлених показників надійності, скорочення трудовитрат під час проведення ТОіР, продовження термінів служби та впровадження перспективних стратегій ТОіР.

2. Ефективністю організації експлуатації зразків ОВТ ППО СВ характеризує ступінь забезпечення їх надійності до виконання своїх функцій в різних режимах та умовах використання з врахуванням відповідності ТТХ наступних додаткових вимог: часу приведення в готовність; часу розгортання та згорання; безпеки експлуатації; експлуатаційної технологічності; наявності запасу ресурсу.

3. Запропонована удосконалена методика оцінювання ефективності організації експлуатації зразків ОВТ ППО СВ. В якості критерію ефективності організації експлуатації зразків ОВТ з метою підтримання їх в постійній готовності до застосування за призначенням вважається вимога того, що коефіцієнт готовності зразків озброєння повинен бути не гірше заданого (показники безвідмовності та ремонтпридатності не гірше заданих в ТТХ на зразок озброєння), час приведення в готовність, розгортання та згорання, експлуатаційна технологічність та безпека експлуатації зразків відповідають заданим вимогам при наявному запасі ресурсу.

Подальші дослідження в цьому напрямку доцільно спрямувати на підвищення ефективності системи експлуатації озброєння та військової техніки з урахуванням сучасної елементної бази та перспективних методів проведення технічного обслуговування та ремонту за фактичним його технічним станом.

Список літератури

1. Кучеренко А.Ф., Носик А.М., Камак Д.О., Закіров З.З. Два роки боротьби з засобами повітряно-космічного нападу військ російської федерації у війні проти

- України. *Виробування та сертифікація*. 2024. № 3(5) 2024. С. 20–29. <https://doi.org/10.37701/ts.05.2024.03>.
- Сідченко С.О., Залкін С.В., Хударковський К.І., Белімов В.В., Ревін О.В. Напрями розвитку інформаційної кампанії Російської Федерації в ході збройної агресії проти України у вересні – грудні 2022 року. *Наука і техніка Повітряних Сил України*. 2022. №4(49). С. 64–79.
 - Сідченко С.О., Залкін С.В., Хударковський К.І., Ревін О.В., Белімов В.В., Беляєв П.В. Основні тренди інформаційної кампанії Російської Федерації проти України на початку 2023 року. *Наука і техніка Повітряних Сил України*. 2023. №1(50). С. 106–120. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.50.13>.
 - Сідченко С.О., Залкін С.В., Хударковський К.І., Ревін О.В., Белімов В.В. Інформаційна кампанія Російської Федерації проти України: аналітичний огляд за період з березня по червень 2023 року. *Наука і техніка Повітряних Сил України*. 2023. №2(51). С. 85–102. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.51.11>.
 - Корсунов С.І., Бречка М.М., Лезі О.В., Оборонов М.І., Орехов С.В., Стадніченко В.Г. Аналіз застосування аеродинамічних засобів повітряного нападу збройних сил Російської Федерації під час російсько-української війни. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2024. №4(53). С. 12–24. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.53.02>.
 - Кучеренко Ю.Ф., Олексенко О.О., Власік С.М., Александров О.В., Місюк Г.В., Сальник О.В. Аналіз застосування повітряно-ударної компоненти збройних сил Російської Федерації у війні проти України. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2023. №1(75). С. 14–21. <https://doi.org/10.30748/zhups.2023.75.02>.
 - Опенько П.В., Доска О.М., Сидоришева В.П., Ярошенко Я.В. Напрями удосконалення технічного обслуговування і ремонту радіоелектронних засобів новітніх зенітних ракетних комплексів. *Повітряна міць України*. Київ: НУОУ. 2025. №1(8). С. 76–83. DOI 10.33099/2786-7714-2025-1-8-76-83.
 - Воронін В.В., Бурцев В.В., Коломійцев О.В., Деменко М.П., Старцев В.В., Третяк В.Ф., Кулешов О.В., Клівець С.І., Приходько С.М., Кудря І.В. Впровадження планово-попереджувальної стратегії технічного обслуговування і ремонту для модернізованих зразків зенітного ракетного озброєння. *Scientific Collection "InterConf"*, 42 (189), 656–671. Doi 10.51582/interconf.19-20.02.2024.066.
 - Воронін В.В., Бурцев В.В., Деменко М.П., Печкін А.М., Романюк М.М., Полювач С.А., Бурцева В.В., Новиченко С.В., Коломійцев О.В., Старцев В.В., Третяк В.Ф., Савельєв А.М. Підхід до визначення показників боеготовності виробів зенітного ракетного озброєння. *Scientific Collection "InterConf"*, №201, 661–677. Doi 10.51582/interconf.19-20.05.2024.068.
 - Mirnenko V., Tyurin V., Openko P., Doska O., Bulay A., Myroniuk M. Calculation Method Modification of Spare Parts Quantity to Restore Operability of Weapon Systems. *Advances in Military Technology*. 2021. Vol. 16, Issue 1. P. 121–132. <https://doi.org/10.3849/aimt.01479>.
 - Avramenko O., Matsko O., Polishchuk V., Pidhorodetskyi M., Saliy A., Saliy O., Korshets O., Duzhyi R. Determination of the optimal technical servicing periodicity of samples of aerodrome construction equipment. *Strength Mater. Theory Struct.* 2021. № 107. С. 265–280. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2021.107.265-280>.
 - Mirnenko V., Pustovy S., Radko O., Vablonskyi P. Mathematical model of military equipment products maintenance for the condition-based operation strategy taking into account type I errors. *Journal of KONBiN*. 2020. Volume 50, Issue 1. P. 269–281. <https://doi.org/10.2478/jok-2020-0016>.
 - Openko P., Bychenkov V., Polishchuk V., Pidhorodetskyi M., Saliy A., Saliy O. Development of mathematical models of process of change of the technical condition of samples of building technique is during realization of strategy of technical exploitation according to condition. *Strength Mater. Theory Struct.* 2023. № 110. С. 375–392. <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.110.375-392>.
 - Lukyanchuk V., Lanetskyi B., Koval I., Tyurin V., Openko P., Khoma V. Model of the Surface-to-Air Missile System Reliability during Long-Term Operation. *Advances in Military Technology*. 2021. Vol. 16, no. 2. Pp. 277–288. doi: 10.3849/aimt.01506.
 - Іванець Г.В., Іванець М.Г., Манжура С.А. Методика оцінювання технічної готовності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків: НАНГУ, 2024. №2(44). С. 58–68. <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2024/2/44/319447>.
 - Ivanets H., Horielyshev S., Ivanets M. Organizational and technical method of assessing the combat capacity of military units. *Честь і закон (Honor and Law)*. Харків: НАНГУ, 2024. №4 (91). С. 44–53. <https://doi.org/10.33405/2078-7480/2024/4/91/324068>.

References (transliterated)

- Kucherenko A. F., Nosyk A. M., Kamak D. O., Zakirov Z. Z. Dva roky borotby z zasobamy povitryano-kosmichnoho napadu viisk rosiiskoi federatsii u viini proty Ukrainy [Two years of struggle against the air-space attack means of the russian federation troops in the war against Ukraine]. *Vyprobuvannia ta sertyfikatsiia*, 2024, no. 3(5), pp. 20-29, doi:10.37701/ts.05.2024.03.
- Sidchenko S. O., Zalkin S. V., Khudarkovskiy K. I., Belimov V. V., Revin O. V. Napriamy rozvytku informatsiinoi kampanii Rosiiskoi Federatsii v khodi zbroinoi ahresii proty Ukrainy u veresni – hrudni 2022 roku [Directions of development of the information campaign of the Russian Federation during the armed aggression against Ukraine in September – December 2022]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Ukrainy*, 2022, no. 4(49), pp. 64-79.
- Sidchenko S. O., Zalkin S. V., Khudarkovskiy K. I., Revin O. V., Belimov V. V., Bieliayev P. V. Osnovni trendy informatsiinoi kampanii Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy na pochatku 2023 roku [Main trends of the information campaign of the Russian Federation against Ukraine at the beginning of 2023]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Ukrainy*, 2023, no. 1(50), pp. 106-120, doi:10.30748/nitps.2023.50.13.
- Sidchenko S. O., Zalkin S. V., Khudarkovskiy K. I., Revin O. V., Belimov V. V. Informatsiina kampaniia Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy: analitychny ohliad za period z bereznia po cherven 2023 roku [Information campaign of the Russian Federation against Ukraine: analytical review for the period from March to June 2023]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Ukrainy*, 2023, no. 2(51), pp. 85-102, doi:10.30748/nitps.2023.51.11.
- Korsunov S. I., Brechka M. M., Lezi O. V., Oboronov M. I., Oriekhov S. V., Stadnichenko V. H. Analiz zastosuvannia aerodynamichnykh zasobiv povitrianoho napadu zbroinykh syl Rosiiskoi Federatsii pid chas rosiisko-ukrainskoi viiny [Analysis of the use of aerodynamic air attack means of the armed forces of the Russian Federation during the Russian-Ukrainian war]. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl*

- Ukrainy*, 2024, no. 4(53), pp. 12-24, doi:10.30748/nitps.2023.53.02.
6. Kucherenko Yu. F., Oleksenko O. O., Vlasik S. M., Aleksandrov O. V., Misiuk H. V., Salnyk O. V. Analiz zastosuvannya povitrianoudarnoi komponenty zbroinykh syl Rosiiskoi Federatsii u viini proty Ukrainy [Analysis of the use of the air-strike component of the armed forces of the Russian Federation in the war against Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu Povitrianykh Syl*, 2023, no. 1(75), pp. 14-21, doi:10.30748/zhups.2023.75.02.
 7. Openko P. V., Doska O. M., Sydorysheva V. P., Yaroshenko Ya. V. Napriamky udoskonalennia tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu radioelektronnykh zasobiv novitnikh zenitno-raketnykh kompleksiv [Directions for improving the maintenance and repair of electronic equipment of the latest surface-to-air missile systems]. *Povitriana moch Ukrainy*, Kyiv: NUOU, 2025, no. 1(8), pp. 76-83, doi:10.33099/2786-7714-2025-1-8-76-83.
 8. Voronin V. V., Burtsev V. V., Kolomiitsev O. V., Demenko M. P., Startsev V. V., Tretiak V. F., Kulieshov O. V., Klivets S. I., Prykhodko S. M., Kudria I. V. Vprovadzhennia planovo-poperedzhuvalnoi stratehii tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu dlia modernizovanykh zrazkiv zenitnoho raketnoho ozbroiennia [Implementation of a preventive maintenance strategy for modernized surface-to-air missile systems]. *Scientific Collection "InterConf"*, 42 (189), pp. 656-671, doi:10.51582/interconf.19-20.02.2024.066.
 9. Voronin V. V., Burtsev V. V., Demenko M. P., Pechkin A. M., Romaniuk M. M., Poliuvach S. A., Burtseva V. V., Novychenko S. V., Kolomiitsev O. V., Startsev V. V., Tretiak V. F., Savelyev A. M. Pidkhid do vyznachennia pokaznykiv boiehotovnosti vyrobiv zenitnoho raketnoho ozbroiennia [Approach to determining the combat readiness indicators of surface-to-air missile systems]. *Scientific Collection "InterConf"*, no. 201, pp. 661-677, doi:10.51582/interconf.19-20.05.2024.068.
 10. Mirnenko V., Tyurin V., Openko P., Doska O., Bulay A., Myroniuk M. Calculation Method Modification of Spare Parts Quantity to Restore Operability of Weapon Systems. *Advances in Military Technology*, 2021, Vol. 16, no. 1, pp. 121-132, doi:10.3849/aimt.01479.
 11. Avramenko O., Matsko O., Polishchuk V., Pidhorodetskyi M., Salii A., Salii O., Korshets O., Duzhyi R. Determination of the optimal technical servicing periodicity of samples of aerodrome construction equipment. *Strength Mater. Theory Struct.*, 2021, no. 107, pp. 265-280, doi:10.32347/2410-2547.2021.107.265-280.
 12. Mirnenko V., Pustovyi S., Radko O., Vablonskyi P. Mathematical model of military equipment products maintenance for the condition-based operation strategy taking into account type I errors. *Journal of KONBiN*, 2020, Vol. 50, no. 1, pp. 269-281, doi:10.2478/jok-2020-0016.
 13. Openko P., Bychenkov V., Polischuk V., Pidhorodetskyi M., Salii A., Salii O. Development of mathematical models of process of change of the technical condition of samples of building technique is during realization of strategy of technical exploitation according to condition. *Strength Mater. Theory Struct.*, 2023, no. 110, pp. 375-392, doi:10.32347/2410-2547.2023.110.375-392.
 14. Lukyanchuk V., Lanetskyi B., Koval I., Tyurin V., Openko P., Khoma V. Model of the Surface-to-Air Missile System Reliability during Long-Term Operation. *Advances in Military Technology*, 2021, Vol. 16, no. 2, pp. 277-288, doi:10.3849/aimt.01506.
 15. Ivanets H. V., Ivanets M. H., Manzhura S. A. Metodyka otsiniuvannia tekhnichnoi hotovnosti viiskovykh pidrozdiliv do vykonannia zavdan za pryznachenniam [Methodology for assessing the technical readiness of military units to perform assigned tasks]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoi akademii Natsionalnoi hvardii Ukrainy*. Kharkiv: NANHU, 2024, no. 2(44), pp. 58-68, doi:10.33405/2409-7470/2024/2/44/319447.
 16. Ivanets H., Horielyshev S., Ivanets M. Organizational and technical method of assessing the combat capacity of military units. *Chest i zakon (Honor and Law)*. Kharkiv: NANHU, 2024, no. 4 (91), pp. 44-53, doi:10.33405/2078-7480/2024/4/91/324068.

Надійшла (received) 27.04.2026

Стаття прийнята до друку 20.05.2026

Опублікована 29.05.2026

Відомості про авторів / About the Authors

Іванець Григорій Володимирович / Ivanets Hryhorii – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ та інших складових Сил оборони України; м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4906-5265>; e-mail: iva_gri@ukr.net.

Горелишев Станіслав Анатолійович / Horielyshev Stanislav – кандидат технічних наук, доцент, Національна академія Національної гвардії України, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії забезпечення службово-бойової діяльності Національної гвардії України інституту логістики; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1689-0901>; e-mail: port_6633@ukr.net.

Іванець Михайло Григорович / Ivanets Mihail – кандидат технічних наук, старший дослідник, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач, м. Черкаси, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3106-7633>; e-mail: miwgan81@gmail.com

Наконечний Олександр Анатолійович / Nakonechnyi Aleksandr – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, професор кафедри озброєння і бойового застосування комплексів і систем протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ та інших складових Сил оборони України, м. Харків, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9659-9681>; e-mail: nakon61@gmail.com.

Ставицький Олег Миколайович / Stavitskyi Oleg – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, начальник науково-дослідної лабораторії факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ та інших складових Сил оборони України, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6442-5002>; e-mail: oleqstavis@gmail.com.