

УДК 621.317

О.О. Скопінцев<sup>1</sup>, Г.В. Рибалка<sup>1</sup>, С.М. Швидков<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків<sup>2</sup>Метрологічний центр військових еталонів, Харків

## ВПЛИВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ЇХ БОЙОВУ ГОТОВНІСТЬ

Обґрунтовано, що підвищення рівня технологічності зразків озброєння та військової техніки призводить до удосконалення системи контролю їх технічного стану на етапі експлуатації з метою підвищення ефективності їх застосування за призначенням. Приведено аналіз коефіцієнта готовності зразків озброєння та військової техніки до застосування за призначенням як показника ефективності контролю їх технічного стану, визначені недоліки цього показника. Запропоновані аналітичні вирази для показників ефективності контролю технічного стану зразків озброєння та військової техніки, за якими проведена оцінка впливу характеристик контролю та експлуатації на бойову готовність озброєння та військової техніки.

**Ключові слова:** контроль технічного стану, зразки озброєння та військової техніки, техніко-економічні показники.

### Вступ

Динамічний розвиток озброєння та військової техніки (ОВТ) з використанням найновітніших досягнень науки та техніки приводить до зростання номенклатури й кількості їх контрольованих параметрів при проведенні контролю їх технічного стану на етапі експлуатації у військових підрозділах. У свою чергу, це призводить до відповідного збільшення видів і типів військових засобів контролю, що використовуються при проведенні вимірювання та контролю параметрів ОВТ під час визначення їх технічного стану.

Наприклад, для контролю технічного стану земних ракетних систем, у тому числі переносних, і протитанкових керованих ракет у складі контрольно-перевірочних комплексів застосовуються засоби контролю різноманітного призначення, які призначені для вимірювання та контролю параметрів різних фізичних величин у широкому діапазоні їх змін [1–4].

За останні роки військові підрозділи поповнилися новими високотехнологічними зразками ОВТ, наприклад, системами виявлення артилерійських і мінометних батарей, новими керованими протитанковими ракетами, удосконаленими керованими ракетами-снарядами.

Однак, підтримання у справному стані зазначених зразків ОВТ з метою ефективного їх застосування за призначенням потребує удосконалення відповідної системи контролю та визначення їх технічного стану на етапі експлуатації. Це призводить до збільшення номенклатури засобів контролю технічного стану зразків ОВТ військових підрозділів. Така тенденція обумовлює збільшення часових і економічних витрат на експлуатацію сучасних зразків за рахунок проведення операцій з контролю їх техні-

чного стану, при цьому зменшується бойова готовність ОВТ [2–4].

Тому актуальною є задача наукового обґрунтування комплексних показників ефективності контролю технічного стану зразків ОВТ, які б дозволяли, по-перше, визначити економічну оцінку операцій вимірювання та контролю параметрів зразків ОВТ при проведенні їх обслуговування, і, по-друге, урахувати вплив обслуговування на бойову готовність зразків ОВТ. Це дозволить розробити дієву систему контролю технічного стану сучасних і перспективних зразків ОВТ.

**Метою статті** є розрахунок показників ефективності контролю технічного стану зразків ОВТ і оцінка впливу таких показників на бойову готовність зразків ОВТ.

### Основний матеріал

Для існуючого парку засобів контролю технічного стану ОВТ характерними є наступні основні недоліки [1, 3]:

- велика, іноді надлишкова, номенклатура;
- відносно низький рівень автоматизації;
- низький рівень стандартизації, внутрішньоприладної та міжприладної уніфікації однорідних груп засобів і їх складових частин;
- великі часові витрати та трудовитрати, які потрібні для безпосереднього використання засобів за призначенням;
- складність освоєння сучасних засобів і високі вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу, особливо з боку відповідальних за експлуатацію та застосування зразків ОВТ.

Зростання вимог до ефективності бойового застосування та ступеня готовності до бойового застосування сучасних зразків ОВТ, їх ускладнення пред'являють нові підвищені вимоги до точності й

швидкодії процесу контролю їх технічного стану, до якості рішення задач вимірювання параметрів контролю, діагностування та прогнозування технічного стану, а також відновлення та ремонту зразків ОВТ.

Тривалість і достовірність контролю та вимірювань безпосередньо впливають на таку важну характеристику ОВТ, як коефіцієнт готовності  $K_r$  зразка (рис. 1).

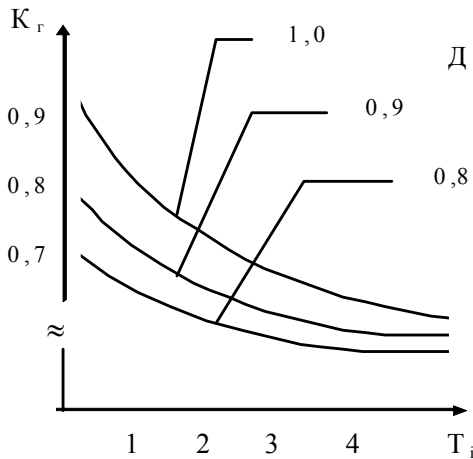


Рис. 1. Залежність  $K_r$  зразка ОВТ від тривалості  $T_i$  та достовірності контролю технічного стану

Однак коефіцієнт готовності не дозволяє у повній мірі визначити вплив операцій з контролю технічного стану зразків ОВТ на їх бойову готовність, бо він враховує тільки часові витрати. Для врахування економічних витрат на проведення контролю технічного стану зразків ОВТ під час експлуатації та визначення можливої економії за рахунок застосування за призначенням справних зразків ОВТ за призначенням запропонований техніко-економічний показник.

За техніко-економічний показник пропонується використати удосконалене аналітичне співвідношення, яке враховує як параметри експлуатації, у тому числі економічні, так і тактико-технічні характеристики зразка ОВТ [5]:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_0 = & [P_1 + (1 + \hat{C}_1 + \hat{C}_3 + \hat{C}_4)(P_2 + P_9) + P_3 + \\ & + (1 + \hat{C}_1)(P_4 + P_8) + (1 + \hat{C}_2)P_5 + \\ & + (1 + \hat{C}_1 + \hat{C}_3)(P_6 + P_7)] \times \tilde{C}_\phi + \\ & + [(P_1 + P_3)(1/T_k + \lambda_y) + P_2/\tau_{\text{рем.п.}} + \\ & + ((1 + \beta_\Pi)/\tau_k + \lambda_y)P_4 + P_6(1 - \alpha_\Pi)/\tau_{\text{дс}} + \\ & + P_7(\lambda_y + 1/\tau_{\text{дс}}) + P_9/\tau_{\text{рем.т.дн.}}] \hat{C}_\text{д} + \\ & + [(P_1 + P_3)/T_{\text{рем.п.}} + P_3/\tau_{\text{пер.к.}}] \hat{C}_{\text{пер}} + \\ & + k_H (L_1 + L_2/\sigma_{\text{min}}^2)/C_{\text{пр}}, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\tilde{C}_0$  – питомі відносні витрати на експлуатацію зразка ОВТ від його вартості за рік;

$\hat{C}_1$  – відношення витрат на контроль технічного стану зразка ОВТ до витрат на його функціонування;

$\hat{C}_2$  – відношення витрат на проведення контролю зразка ОВТ перед застосуванням за призначенням (наприклад, для зенітних ракетних комплексів це передстартовий контроль) до витрат на його функціонування;

$\hat{C}_3$  – відношення витрат на діагностування зразка ОВТ до витрат на його функціонування;

$\hat{C}_4$  – відношення витрат на усунення виявлених несправностей зразка ОВТ до витрат на його функціонування;

$\tilde{C}_\phi$  – питомі відносні витрати на функціонування зразка ОВТ від його вартості за рік;

$\hat{C}_\text{д}$  – відношення витрат на доставку даного зразка ОВТ у ремонтний підрозділ і назад до витрат на його функціонування;

$\hat{C}_{\text{пер}}$  – відношення витрат на переведення зразка ОВТ зі стану відновлення у стан застосування за призначенням до витрат на його функціонування;

$C_{\text{пр}}$  – вартість придбання зразка ОВТ (собівартість);

$T_k$  – періодичність контролю технічного стану зразка ОВТ;

$T_{\text{рем.п.}}$  – періодичність ремонту зразка ОВТ на підприємстві промисловості;

$\tau_{\text{рем.п.}}$  – тривалість ремонту зразка ОВТ на підприємстві промисловості;

$\tau_k$  – тривалість контролю технічного стану зразка ОВТ;

$\tau_{\text{дс}}$  – тривалість діагностування зразка ОВТ;

$\tau_{\text{рем.т.дн.}}$  – тривалість ремонту зразка ОВТ у технічному дивізіоні;

$\tau_{\text{пер.к}}$  – тривалість первинного контролю технічного стану зразка ОВТ (після виготовлення або перед введенням в експлуатацію);

$\alpha_\Pi$  – умовна імовірність виникнення помилки першого роду при контролі технічного стану зразка ОВТ;

$\beta_\Pi$  – умовна імовірність виникнення помилки другого роду при контролі технічного стану зразка ОВТ;

$\lambda_y$  – інтенсивність виникнення явної відмови у зразку ОВТ;

$k_n = 0,12 - 0,15$  – нормативний коефіцієнт (обернена величина терміну окупності);

$L_1, L_2$  – коефіцієнти, які визначаються за статистичними даними та виражаються в одиницях вартості;

$\sigma_{\min}$  – допустиме мінімальне відносне середнєквадратичне значення похибки засобів контролю, які застосовуються при експлуатації зразка озброєння та військової техніки;

$P_1 \dots P_9$  – імовірності знаходження зразка ОВТ у відповідному стані моделі експлуатації, де  $P_1$  – імовірність знаходження у стані виконання поставленого завдання.

Перевага запропонованого показника порівняно з відомими [5] полягає у тому, що він ураховує такі важливі параметри контролю технічного стану зразків ОВТ, як періодичність і тривалість контролю, ймовірності контролю помилок першого й другого роду, технічні параметри зразка ОВТ, наприклад, інтенсивність виникнення відмов у зразку ОВТ, економічні параметри контролю та експлуатації зразків ОВТ.

З використанням показника (1) та враховуючи особливості експлуатації зразка озброєння та військової техніки запропонований узагальнений показник ефективності контролю технічного стану зразка ОВТ:

$$W_k = \frac{\tilde{C}_0}{\ln(1 - P'_{PC})} \ln[P_1(1 - P_\Sigma) + P_{2-9}], \quad (2)$$

де  $W_k$  – відношення витрат на застосування за призначенням (наприклад, ураження однієї цілі ракетою) при ідеальній системі контролю технічного стану зразка ОВТ до відповідних витрат при експлуатації зразка ОВТ із запропованою системою контролю технічного стану;

$$P_{2-9} = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9;$$

$P_\Sigma$  – імовірність, що характеризує живучість зразка ОВТ (наприклад, для ракетної або зенітної ракетної системи це безвідмовність її функціонування на етапах підготовки та проведення пуску, польоту ракети, можливість подолання протиракетної оборони, траєкторну надійність ракети, а також ураження заданої цілі при фіксованому відхиленні точки вибуху);

$P'_{PC}$  – імовірність виконання поставленої задачі зразком ОВТ (наприклад, ураження цілі одним бойовим блоком) при ідеальній системі контролю технічного стану зразка ОВТ.

Узагальнений показник ефективності (2), на відміну від існуючих, дозволяє установити залежність показника бойової ефективності зразка ОВТ від тактико-технічних і економічних характеристик зразків ОВТ.

Дослідження залежності запропонованого узагальненого показника  $W_k$  від параметрів (характеристик) експлуатації зразка ОВТ показав, що до найбільш впливових параметрів контролю технічного стану входять тривалість і періодичність контролю.

Крім того, для зразків озброєння та військової техніки доцільно, крім запропонованих показників (1) і (2), використовувати такий показник, як коефіцієнт готовності (рис. 1).

Як показують дослідження, показник (2) дорівнює ймовірності застосування справного зразка ОВТ за призначенням. Коефіцієнт готовності зразка ОВТ залежить від тих самих параметрів контролю технічного стану, що й узагальнений, показник ефективності  $W_k$  (2).

Для ілюстрації на рис. 2 наведені залежності коефіцієнта готовності  $K_r$  від періодичності контролю технічного стану  $T_k$  для різних значень тривалості контролю  $\tau_k$ , а на рис. 3 – залежності коефіцієнта готовності  $K_r$  зразка ОВТ від інтенсивності явних відмов  $\lambda_j$  для різних значень імовірності помилок:

першого роду ( $\alpha_{n1} < \alpha_{n2} < \alpha_{n3}$ );

другого роду ( $\beta_{n1} < \beta_{n2} < \beta_{n3}$ ).

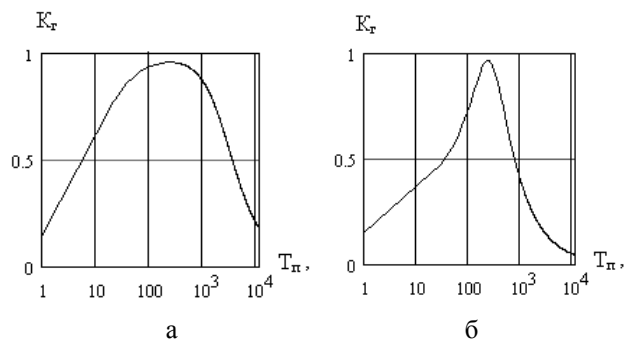


Рис. 2. Залежності коефіцієнта готовності  $K_r$  від періодичності контролю технічного стану  $T_k$  для різних значень тривалості контролю  $\tau_k$

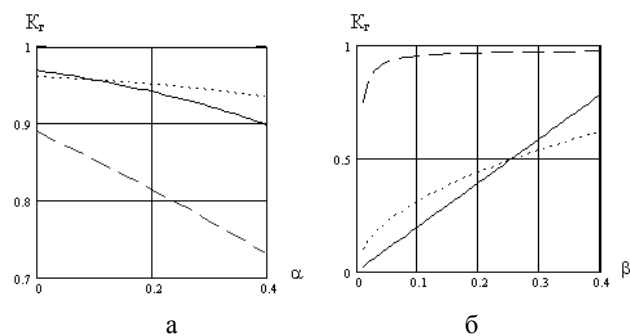


Рис. 3. Залежності коефіцієнта готовності  $K_r$  зразка ОВТ від інтенсивності явних відмов: а – для помилок першого роду  $\alpha$ ; б – для помилок другого роду  $\beta$

Проведені дослідження впливу на коефіцієнт готовності  $K_r$  та узагальнений показник ефективності  $W_k$  інших показників контролю технічного стану зразків ОВТ.

За їх результатами можна зробити такі висновки.

Помилки повірки другого роду не дуже впливають на коефіцієнт готовності, а періодичність і тривалість ремонту, як і контролю технічного стану зразків ОВТ, є суттєвими для нього.

Узагальнений показник ефективності метрологічного обслуговування особливо чутливий до періодичності та тривалості контролю технічного стану зразків ОВТ і ремонту, а також імовірності помилок контролю першого роду.

### Висновки

Отже, уведені показники та їх дослідження показують, що параметри контролю технічного стану зразків ОВТ суттєво впливають на бойову готовність ОВТ і на вартість його проведення в процесі експлуатації ОВТ.

Тому параметри процесу контролю технічного стану зразків ОВТ повинні враховуватися при обґрунтуванні оптимальної системи експлуатації зразків ОВТ, особливо перспективних високотехнологічних зразків ОВТ, для забезпечення необхідного рівня ефективності бойового застосування зразків ОВТ за призначенням.

Проведені розрахунки за запропонованими показниками показали, що підвищення ефективності технічних засобів вимірювань, контролю й діагностування ОВТ є важливим актуальним завданням.

Відмітимо, що сучасні вимірювання займають 40–80 % часу, який відводиться на підготовку складних зразків ОВТ до застосування.

Тому пропонується застосовувати автоматизовані засоби контролю технічного стану зразків ОВТ, що дозволить скоротити час підготовки складних систем ОВТ до застосування за призначенням не менш як на 70 – 90 %, а економія коштів від впровадження автоматизованої контрольно-перевірочної апаратури може досягнути порядку 10–15 % від вартості усієї вимірювальної техніки, яка застосовується у військах.

### Список літератури

1. *Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учеб. для ВУЗов / Н.Н. Смирнов, Н.И. Владимиров, Ж.С. Черненко и др.; под ред. Н.Н. Смирнова. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.*
2. *Дмитриев А.К. Основы теории построения и контроля сложных систем / А.К. Дмитриев, П.А. Мальцев. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.*
3. *Биргер И.А. Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1998. – 224 с.*
4. *Смирнов Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкевич. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.*
5. *Яковлев М.Ю. Комплексная методика синтеза автоматизированной измерительной системы для метрологического обслуживания контрольно-проверочных комплексов / М.Ю. Яковлев, С.В. Герасимов // Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2001. – Вып. 1. – С. 10-13.*

Поступила до редколегії 11.05.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, ст. наук. співр. М.Ю. Яковлев, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

### ВЛИЯНИЕ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ИХ БОЕВУЮ ГОТОВНОСТЬ

О.В. Скопинцев, Г.В. Рибалка, С.М. Швыдков

*Обоснованно, что повышение уровня технологичности образцов вооружения и военной техники приводит к усовершенствованию системы контроля их технического состояния на этапе эксплуатации с целью повышения эффективности их применения по назначению. Приведен анализ коэффициента готовности образцов вооружения и военной техники к применению по назначению как показателя эффективности контроля их технического состояния, определены недостатки этого показателя. Предложены аналитические выражения для показателей эффективности контроля технического состояния образцов вооружения и военной техники, за которыми проведена оценка влияния характеристик контроля и эксплуатации на боевую готовность вооружения и военной техники.*

**Ключевые слова:** контроль технического состояния, образцы вооружения и военной техники, технико-экономические показатели

### EFFECT OF CHECK OF ENGINEERING CONDITION ARMAMENT AND MILITARY ENGINEERING ON THEIR ALERTNESS

O.V. Skopincev, H.V. Rybalka, S.M. Shvydkov

*Grounded the buildup of technological of casts of armament and military engineering leads development of the checking of engineering condition system on the stage of production activity of buildup of efficiency of application a goal. The evaluation of achievement of casts of armament and military engineering index is resulted to application as a coefficient of efficiency of check of engineering condition, the lacks of coefficient are certain. Analytical expressions of coefficients are offered efficiency of check of engineering condition of casts of armament and military engineering, which the assessment of effect of attributes of check and production activity on battle of readiness of armament and military engineering is conducted after.*

**Keywords:** check of engineering condition, casts of armament and military engineering, technical economic coefficients.