

Ігор Борисович Кузнецов (канд. техн. наук, доцент)

Олексій Вікторович Алексеєнко (канд. техн. наук, доцент)

Віктор Павлович Гудима

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Здійснено аналіз робіт закордонних та вітчизняних авторів з пошуку критеріїв оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки.

Запропоновано пропозиції щодо використання нових критеріїв та показників оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки, які на відміну від існуючих враховують кількість озброєння та військової техніки, дозволяють оцінювати ефективність функціонування системи за визначеними критеріями та показниками в залежності від структури її елементів і значно спрощує визначення потреби у силах та засобах.

Запропонована методика оцінювання ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки, яка на відміну від існуючої враховує використання можливостей метрологічних частин та підрозділів в залежності від структури системи метрологічного забезпечення та відповідного навантаження, що дозволяє обґрунтувати необхідну (раціональну) організаційно-штатну структуру і способи застосування сил і засобів метрологічного забезпечення.

Наведені основні напрямки та тенденції розвитку системи метрологічного забезпечення. Здійснено порівняльний аналіз систем метрологічного забезпечення з пошуку оптимальних критеріїв оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки.

***Ключові слова:** критерії оцінки ефективності; метрологічне забезпечення (МлЗ) експлуатації зразків озброєння та військової техніки (ОВТ).*

Вступ

Постановка проблеми. Сучасний етап технічного розвитку передових держав світу характеризується пріоритетним розвитком, як ОВТ, так й засобів метрологічного забезпечення (МлЗ) експлуатації зразків ОВТ, як одного з найважливіших компонентів забезпечення їх надійної експлуатації. Досягнутий збройними силами розвинутих країн технологічний рівень дозволяє їм приймати на озброєння найновітніші зразки ОВТ виявлення та враження цілей, які за своїми характеристиками в декілька разів перевищують своїх попередників з часу підготовки до застосування, дальності, точності та ефективності враження цілей та ін., але в той же час удосконалення технічного рівня ОВТ приводить до збільшення у 7, 2 рази параметрів, які контролюються, що приводить до збільшення часу на вимірювання до 40-90% при підготовці ОВТ до застосування. Так, значення цих показників для комплексів протиповітряної оборони складає 35-40%, для сучасних літаків – 47-55%, для складних радіолокаційних систем – до 90%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виконання вимог Воєнної доктрини України та Державної комплексної програми реформування і розвитку Збройних Сил (ЗС) України, а також розробка з прийняттям на озброєння сучасних та

перспективних комплексів ОВТ викликає необхідність вдосконалення засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), які б за своїми характеристиками випереджували подальший розвиток та вдосконалення ОВТ, вимагаючи при цьому безперервного моніторингу сучасного стану розвитку ЗВТ у ЗС передових держав світу, визначення нових напрямків та тенденцій їх розвитку, а також здійснення пошуку пріоритетних критеріїв оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ, що можна відстежити з робіт закордонних та вітчизняних авторів [1-8].

Слід зазначити, що питанню пошуку критеріїв оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ приділялося достатньо уваги, але запропоновані авторами критерії не в повній мірі задовольняють сучасні вимоги до ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ та зводяться до мінімізації витрат на функціонування системи МлЗ збройних сил.

Враховуючи це, **метою статті**, є обґрунтування пропозицій щодо впровадження нових критеріїв та показників оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ, які б відповідали вимогам сьогодення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Питання підвищення ефективності систем метрологічного забезпечення, удосконалювання їх структур неодноразово досліджувалися як в

Україні, так і за її межами. У галузі моделювання структури і процесів функціонування систем забезпечення єдності вимірювань дослідження проводили Коротков Б. В., О. Л. Кудрявцев, Ю. В. Тарбєєв, В. Л. Грановський, А. Л. Кримштейн, В. М. Чинков, В. Ф. Толстиков та ін.; дослідження процесів функціонування метрологічних підрозділів здійснювались А. Г. Архіпенко, Р. П. Покровським, А. В. Петровим та ін.

Найбільш повно проблема створення методології синтезу системи МлЗ, розробки на цій базі нових засобів та методів відтворення одиниць фізичних величин та передачі їх розмірів, організаційних основ побудови і функціонування системи забезпечення єдності і точності вимірювань досліджена у працях Камінського В. Ю. Однак у вказаній роботі проведено дослідження питань оптимізації загальної структури військової системи МлЗ Збройних Сил, а також засобів і методів забезпечення єдності і точності вимірювань, задіяних лише на вищому рівні повірочних схем.

Проведений аналіз наукових досліджень у галузі розробки моделей складних організаційно-технічних систем і методів оптимізації їх характеристик показує, що питання розробки методики ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ, вибору раціональних критеріїв та показників оцінювання ефективності за конкретними обставинами знаходяться у стадії формування загальних принципів їх вирішення, а проведені у цій галузі дослідження спрямовані на отримання часткових результатів.

Існуюча структура системи МлЗ експлуатації зразків ОВТ передбачала наявність регіональних метрологічних частин (РМЧ), видових баз метрологічного забезпечення (БМЗ) та військових метрологічних лабораторій (ВМЛ), функціонування яких значно залежало від наявності ЗВТ, що знаходяться в місцях застосування в працездатному стані.

На основі аналізу здійснення МлЗ військових частин (підрозділів) під час виконання завдань в антитерористичній операції та функціонування існуючої системи МлЗ експлуатації зразків ОВТ можливо зробити висновки, що критерії та показники за якими оцінюється ефективність не відповідають сучасним вимогам. Скорочення сил і засобів призводить до суттєвого збільшення навантаження на систему, збільшуються витрати часу на проведення робіт з МлЗ експлуатації зразків ОВТ та потребує корегування завдань, організаційно-штатної структури, впровадження нових видів не тільки ОВТ, а і засобів вимірювальної техніки.

Виходячи з цього, виникає необхідність моделювання функціонування системи МлЗ в сучасних умовах у відповідності до змін завдань та структури метрологічних частин та підрозділів (МЧП) МлЗ.

Постійна оптимізація структури системи МлЗ у

відповідності до сучасних вимог, адаптація до стандартів НАТО призводить до суттєвих змін критеріїв та показників функціонування системи МлЗ експлуатації зразків ОВТ в сучасних умовах.

Аналіз існуючих методик оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ вказує на те, що моделювання ефективності функціонування здійснювалося за допомогою уявлення системи МлЗ як системи масового обслуговування, що не дозволяло врахувати структуру МЧП та частоту розподілу ресурсу в залежності від їх можливості. Крім того загальний функціонал визначення ефективності МлЗ складався з кількісних та якісних показників, обмежень, що не пов'язані за сутністю та фізичним змістом.

$$\{(f1 \in F1) \rightarrow (q0 \in Q0)\}^{opt} \sim C = \min C^* \quad (1)$$

$$*(Q1, Q2, Q3, S, W, V, DV, W1, V1, U, T1, T2, F_0, I, J, N, M1, F, R)$$

при: $(Q1, Q2, Q3, S, W, V, DV, W1, V1, T1, F_1, I, J, N, F_1) = \text{Constant}$;

$$(M1, U, R, T2, Q0) = \text{Var} ;$$

$$\text{fore} = \text{luntil4} ;$$

$$N_0 \cdot P_0 \geq N^* \cdot P^*$$

$$M \geq M^*$$

$$A \geq A^*$$

де: N_0, P_0, N^*, P^* - фактичне значення кількості одиниць ЗВ та оперативності (ймовірності знаходження парку ЗВ у місцях експлуатації в справному стані) системи та вимог до цих показників відповідно;

A, M, A^*, M^* - значення показників автономності та мобільності та вимоги до них;

\bar{N} - воєнно-економічні показники;

F_T, F - сили технічного та метрологічного забезпечення;

$v, v1$ - парк ОВТ та його характеристики;

N - парк вимірювальної техніки;

$M1, R, U$ - множина метрологічних частин та підрозділів(МЧП);

$Q1$ - метрологічні характеристики МЧП;

$Q2$ - технічні характеристики МЧП;

$Q3$ - методи та засоби передачі одиниць фізичних величин;

S - транспортна мережа між підрозділами;

DV - показник укомплектованості військ ОВТ;

$Q0$ - потоки вимірювальної техніки до МЧП;

I - військові частини та підрозділи;

J - види та роди військ;

$w, w1$ - оперативні характеристики сил сторін та їх дислокація;

$T1$ - інтервал функціонування системи МлЗ;

$T2$ - множина параметрів часу обслуговування ОВТ.

Таким чином, виникає необхідність моделювання функціонування системи МлЗ з урахуванням структури МЧП з відповідними можливостями:

$$N_{\text{ОВТ}} = f(x_1, x_2) \quad (2)$$

де: x_1 - варіант структури системи МлЗ;

x_2 - можливості сил і засобів з урахуванням частоти розподілу ресурсу в залежності від структури.

Виходячи з проведених розрахунків та експериментів запропоновані критерії та показники оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ наведено в таблиці 1

Запропонована система критеріїв та показників оцінки ефективності системи МлЗ, яка на відміну від існуючої враховує кількість ОВТ, дозволяє оцінювати ефективність функціонування системи за визначеними критеріями та показниками в залежності від структури її елементів і значно спрощує визначення потреби у силах та засобах.

Таблиця 1

Критерії та показники оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ

ІСНУЮЧА	ПРОПОНУЄТЬСЯ
<i>Загальні критерії оцінки МлЗ</i>	
- витрати на функціонування – (С); - час перебування ЗВТ на повірці (калібровці) – ($T_{об}$); - наявність приладів, що знаходяться в черзі на повірку (калібрування) – (L).	- кількість ОВТ, що відновлено силами та засобами МЧП – $N_{овт}$
<i>Показники оцінювання ефективності МлЗ</i>	
<i>Для окремого об'єкту вимірювань:</i>	
- укомплектованість придатними до застосування ВЗВТ (за 4-х бальною шкалою); - підготовленість особового складу до виконання вимірювання (підготовлений або неготовлений);	- укомплектованість придатними до застосування ВЗВТ (за 4-х бальною шкалою); - підготовленість особового складу до виконання вимірювання (підготовлений або неготовлений);
<i>Для зразків ОВТ:</i>	
Метрологічне обслуговування: - проведено - не проведено	- кількість зразків підлягаючих метрологічному обслуговуванню – $N_{обсл}$
<i>Для військових частин:</i>	
Військова частина оцінена на: - відмінно; - добре; - задовільно; - не задовільно	- максимальна кількість зразків озброєння, на яких здійснювались заходи МлЗ – N_{max}

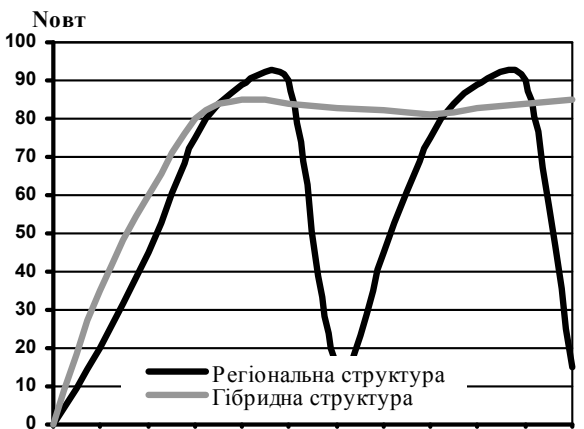


Рис.1 Характер зміни критерію оцінки ефективності в залежності від часу

Крім того, загальний характер зміни критерію оцінки ефективності в залежності від часу наведено на рис.1.

Як видно з рис.1 врахування структури частин, підрозділів МлЗ, частоти розподілу ресурсу в залежності від їх можливостей, дозволяє підтримувати необхідний рівень ефективності системи протягом її функціонування.

Запропонована методика оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ може бути представлена у вигляді алгоритму (рис.2.).



Рис. 2 Методика оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ

З даних наведених на рис.2 виходить, що моделювання функціонування системи МлЗ здійснюється за допомогою загального критерію (кількості ОВТ, що підлягало метрологічному обслуговуванню (МлО) силами та засобами МЧП), основного та додаткових показників, які взаємодіють між собою та враховують можливості МЧП в залежності від структури системи МлЗ.

Запропонована методика оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ на відміну від існуючої враховує використання можливостей МЧП в залежності від структури системи МлЗ та відповідного навантаження, що дозволяє обґрунтувати необхідну (раціональну) організаційно-штатну структуру і способи застосування сил і засобів МлЗ.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропоновані критерії та показники оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ дозволяють враховувати використання можливостей МЧП в залежності від структури та відповідного навантаження, обґрунтувати необхідну (раціональну) організаційно-штатну структуру та способи застосування сил і засобів МлЗ в сучасних умовах.

Література

1. **Ігнатенко Л. М.** Состояние и направление развития систем метрологического обеспечения в Вооруженных Силах Украины / Ігнатенко Л. М., Каминський В. Ю. // Наука и оборона – 1995. – Вып. 2. – С. 3-22 2. **Державна** комплексна програма реформування і розвитку Збройних Сил України на період до 2017 року. – К.: Преса України, 2013. – 40 с. 3. **Коротков Б.В.** Оцінка функціонування системи метрологічного забезпечення в умовах бойових дій за досвідом Афганістану / Коротков Б.В. // Український метрологічний журнал. – 1997 р., №3, с.53-56. 4. **Пашкевич І. Д.** Основи метрологічного забезпечення у сфері оборони на сучасному етапі / Пашкевич І. Д. // Наука і оборона: науково-теоретичний та науково-практичний журнал Міністерства оборони України. – К., 2007 – №4. – С.35-40. 5. **Миколайчик М. М** Критерії оцінювання ефективності метрологічного забезпечення / Миколайчик М. М, Столярчук П. Г. // Система обробки інформації. – Л. 2011 - №2. – С.106-108. 6. **Лесун И. В.**

Основные направления развития метрологического обеспечения вооружения и военной техники / И. В. Лесун // Сборник. Оборонный комплекс РФ: Состояние и перспективы развития. М. – С.447-454. 7. **Бойко В.М.** Анализ научных исследований для обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности Российской Федерации / Бойко В.М., Гаврилов А.Б., Рондин Ю.П., Кузнецов И.Б., Гудима В.П. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 1(22)/2015 – Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2015. – С. 165-172. 8. **Яковлев М.Ю.** Використання теорії масового обслуговування для моделювання системи відновлення та метрологічного обслуговування військових засобів вимірювальної техніки / Яковлев М.Ю., Прибілев Ю.Б., Гудима В.П. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 1(22)/2015 – Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2015. – С. 144-149.

ПРИОРИТЕТНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБРАЗЦОВ ОБЪЕКТОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Игорь Борисович Кузнецов (канд. техн. наук, доцент)
Алексей Викторович Алексеенко (канд. техн. наук доцент)
Виктор Павлович Гудыма*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Осуществлен анализ работ зарубежных и отечественных авторов по поиску критериев оценки эффективности метрологического обеспечения эксплуатации образцов вооружения и военной техники.

Даны предложения по использованию новых критериев и показателей оценки эффективности метрологического обеспечения вооружения и военной техники, которые в отличие от существующих учитывают количество вооружения и военной техники, позволяющие оценивать эффективность функционирования системы по определенным критериям и показателям в зависимости от структуры ее элементов и значительно упрощает определение потребности в силах и средствах.

Предложена методика оценки эффективности метрологического обеспечения эксплуатации образцов вооружения и военной техники, которая, в отличие от существующей, учитывает использование возможностей метрологических частей и подразделений в зависимости от структуры системы метрологического обеспечения и соответствующей нагрузки, что позволяет обосновать необходимую (рациональную) организационно-штатную структуру и способы применения сил и средств метрологического обеспечения.

Приведены основные направления и тенденции развития системы метрологического обеспечения. Осуществлен сравнительный анализ системы метрологического обеспечения по поиску оптимальных критериев оценки эффективности метрологического обеспечения эксплуатации образцов вооружения и военной техники.

Ключевые слова: критерии оценки эффективности; метрологическое обеспечение (МЛЗ) эксплуатации образцов вооружения и военной техники (ВВТ).

THE PRIORITY CRITERIA FOR METROLOGICAL PROVISION EFFICIENCY ASSESSMENT OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT EXPLOITATION

*Ihor B. Kuznetsov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)
Oleksii V. Alekseienco (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)
Viktor P. Hudyma*

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

Carried out the analysis of works of foreign and domestic authors in search of criteria for evaluating the effectiveness of metrological provision of armaments and military equipment.

The proposals made for new criteria and indicators for assessing the effectiveness of metrological provision of armaments and military equipment, which unlike the existing ones account for the amount of weapons and military equipment, allow to estimate the efficiency of the system due to criteria and indicators depending on the structure of its elements and greatly simplifies determination of the need for forces and means.

Proposed the technique of efficiency estimation of metrological provision of operation of armaments and military equipment, which, unlike the existing takes into account the possibilities of metrological units, depending on the structure of the system of metrological assurance and the corresponding workload that can justify the necessary (rational) organizational structure and ways of application of forces and means of metrological assurance.

It is spoken in detail about primary courses and tendencies of metrological provision system development. It is given analysis and comparison of scientific works on search of optimal criteria for assessing of effectiveness of metrological provision of the exploitation armament and military equipment.

Keywords: *criteria for efficiency assessment; metrological provision of the exploitation armament and military equipment.*

References

- 1. Ihnatenko L.M.** (1995), The state and direction of development of systems of metrological support of the Armed Forces of Ukraine, [*Sostojanie i napravlenie razvitiia sistem metrologicheskogo obespechenija v Vooruzhennyh Silah Ukrainy*] Ihnatenko L.M., Kamynskyi V.Yu., Science and defence, Issue 2, pp. 3-22.
- 2. The state** comprehensive program of reforming and development of Armed Forces of Ukraine till 2017 (2013), [*Derzhavna kompleksna prohrama reformuvannia i rozvytku Zbroinykh Syl Ukrainy na period do 2017 roku*] Kyiv: Ukraine press, 40p.
- 3. Korotkov B.V.** (1997), Assessment of the functioning of the system of metrological provision in the combat experience of Afghanistan. [*Otsinka funktsionuvannia systemy metrolohichnoho zabezpechennia v umovakh boiovykh dii za dosvidom Afhanistanu*], Korotkov B.V., Ukrainian Metrology journal, No 3, p. 53-56.
- 4. Pashkevych I.D.** (2007), Fundamentals of metrological support in the field of defense at the present stage, [*Osnovy metrolohichnoho zabezpechennia u sferi oborony na suchasnomu etapi*], Science and defence: scientific and theoretical, scientific and practical journal of the Ministry of defense of Ukraine, Kyiv, No 4, pp. 35-40.
- 5. Mykolaichyk M.M., Stoliarchuk P.H.** (2011), The criteria for the assessment of the effectiveness of metrological providing, [*Kryterii otsiniuvannia efektyvnosti metrolohichnoho zabezpechennia*], The information processing system. Lviv, №2, pp. 106-108.
- 6. Liesun I.V.** (2011) The main directions of development of metrological provision of armaments and military equipment, [*Osnovnye napravleniia razvitiia metrologicheskogo obespecheniia vooruzheniia i voennoi tekhniki*], Defense complex of Russia: Condition and development prospects. Moscow, No 7, pp. 447-454.
- 7. Boiko V.M.** (2015), Analysis of scientific studies aimed at ensuring the uniformity of measurements in the field of defense and security of the Russian Federation, Boiko V.M., Gavrylov A.B., Rotldin Y.P., Kuznetsov I.B., Hudyma V.P., Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence № 1 (22), National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky 2015, pp. 165-172.
- 8. Yakovlev M.Y.** (2015) The use of waiting theory for modeling the recovery and metrological service of military measuring equipment system, [*Vykorystannia teorii masovoho obsluhovuvannia dlia modeliuвання systemy vidnovlennia ta metrolohichnoho obsluhovuvannia viiskovykh zasobiv vymiriuvalnoi tekhniki*], Yakovlev M.Y., Pribyliev Y.B., Hudyma V.P., Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence № 1 (22)/2015, National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky 2015, pp. 144-149.

Отримано: 06.04.2016 року.