

УДК 389.01

А.А.Морозов¹, А.Б. Чернов²

¹Академія внутрішніх військ МВС України, Харків

²Метрологічний центр військових еталонів ВР України, Харків

ВИБІР СПОСОБУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ СИСТЕМ З ПІДВИЩЕНИМИ ВИМОГАМИ ДО ГОТОВНОСТІ

У статті розглядається процедура вибору способу обслуговування засобів вимірювального контролю (ЗВК) у системах з підвищеними вимогами до готовності. Розглядаються два основних способи обслуговування: з використанням обмінного фонду ЗВК і обслуговуванням ЗВК у місцях їхньої експлуатації. Приводиться процедура техніко-економічного оцінювання способів обслуговування ЗВК.

спосіб обслуговування, мобільні операційні елементи, обмінний фонд, засоби вимірювального контролю, оптимальний вибір

Вступ

Постановка проблеми й аналіз літератури. Експлуатація систем з підвищеними вимогами до готовності (СПВГ) вимагає постійного й об'єктивного контролю основних процесів, що протікають у них. Вирішення цього завдання здійснюється засобами вимірювального контролю (ЗВК). Ефективна експлуатація ЗВК вимагає керування процесами обслуговування ЗВК, стратегіями використання операційних елементів (ОЕ) системи обслуговування [1 – 6]. Можливість керування цими процесами визначається безліччю можливих способів обслуговування ЗВК, основними з яких є такі:

1). обслуговування ЗВК стаціонарними ОЕ (СОЕ);

2). обслуговування ЗВК у місцях їх експлуатації (територіально розосереджених пунктах обслуговування (ТРПО)) мобільними ОЕ (МОЕ).

Для систем з підвищеними вимогами до готовності важливим є наявність справних і готових до застосування ЗВК. Це досягається своєчасністю й оперативністю їх обслуговування. Друга тридцятилітній визначається операційними можливостями ОЕ й тривалістю часу непродуктивного використання ЗВК (наприклад, транспортування до місця обслуговування, очікування обслуговування). Для зниження цієї тридцятилітнього в СОЕ створюються обмінні фонди (ОФ) ЗВК або обслуговування проводиться в місцях експлуатації мобільними ОЕ [5]. І перший, і другий способи мають свої достоїнства й недоліки. Крім того, витрати на обслуговування ЗВК при будь-якому способі визначаються обраними управлінськими рішеннями. Тому має місце проблема вибору доцільного способу обслуговування ЗВК СПВГ із урахуванням умов і обмежень, що накладаються на рішення завдання.

Вирішення такого завдання передбачає:

1. Техніко-економічне оцінювання ефективності способів обслуговування ЗВК.

2. Вибір найкращого способу обслуговування ЗВК.

Мета статті – розробка методики вибору оптимального способу обслуговування ЗВК з обліком цілеположення метасистеми.

Основний матеріал

Завдання забезпечення заданого рівня готовності СПВГ K_r^3 при мінімальних витратах на обслуговування ЗВК $C_{об}$ формально можуть бути представлені у вигляді:

$$\begin{cases} K_r \geq K_r^3, \\ C_{об} \rightarrow \min. \end{cases}$$

Значення коефіцієнта K_r СПВГ у загальному виді має вигляд [3]:

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_{от} + T_{вд}},$$

де T_o – тривалість функціонування системи до відмови; $T_{от}$ – середній час знаходження СПВГ у стані невиявленої відмови; $T_{вд}$ – середній час відновлення СПВГ.

Задане значення K_r^3 або збільшення коефіцієнта K_r можуть бути забезпечені за рахунок зменшення часу $T_{вос}$. Середній час відновлення за інших рівних умов залежить від наявності справних і готових до застосування ЗВК, що досягається їхнім ефективним обслуговуванням, своєчасним і обґрунтованим ухваленням рішення з використання того або іншого способу обслуговування. Очевидно, що найбільшого значення коефіцієнт K_r буде досягати при постійному знаходженні ЗВК на місці їхньої експлуатації. Це можна забезпечити двома способами обслуговування ЗВК СПВГ, розглянутими вище.

У роботі [7] наводиться модель, що встановлює

вплив обслуговування ЗВК на рівень готовності складних технічних систем.

Очевидно, що ухвалення рішення про вибір способу обслуговування ЗВК необхідно проводити шляхом порівняння отриманих оптимальних рішень для кожного з них. Для цього необхідно розрахувати витрати на реалізацію кожного із цих способів обслуговування ЗВК, при забезпеченні найбільшої готовності парку ЗВК. Такий стан відповідає випадку, коли забезпечується їх постійне знаходження в місцях експлуатації.

1. *Обслуговування ЗВК з використанням ОФ* (рис. 1).

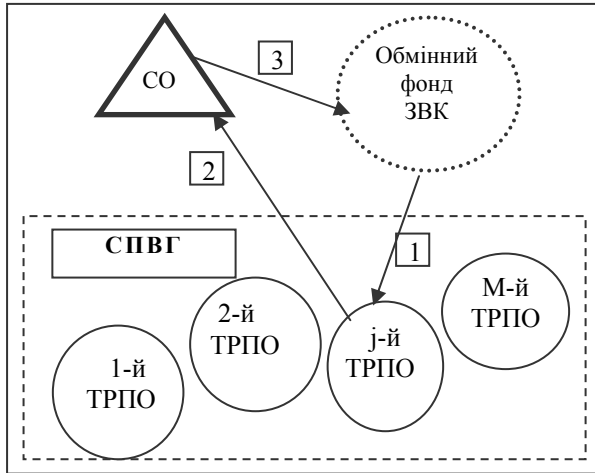


Рис. 1. Порядок обслуговування ЗВК при використанні ОФ:
1, 2, 3 – послідовність операцій при обслуговуванні ЗВК в j-му ТРПО

Стационарна складова $C_{об}$ представлена СОЕ, у яких проводиться обслуговування ЗВК. Без втрати спільності розгляд обслуговування можна проводити на прикладі одного СОЕ.

Обмінні фонди ЗВК являють собою спеціально створені запаси, використовувані для оперативної заміни засобів, вилучених на обслуговування в СОЕ на час цього обслуговування.

Основний недолік варіанта обслуговування ЗВК з використанням ОФ – додаткові витрати на створення й обслуговування ОФ ЗВК.

При виборі способу обслуговування з використанням ОФ ЗВК їх склад може розраховуватися різними методами.

Найбільш простий спосіб завдання номенклатури й обсягів ОФ ЗВК – призначення певного рівня обмінного фонду від загального парку ЗВК. Звичайно, задається 5-15% [8], тобто обсяг ОФ ЗВК визначається як:

$$H_s = (0,05..0,15) \cdot \sum_{i \in \{M\}} Q_{si}$$

де s – умовний номер типу ЗВК; i – умовний номер ТРПО; M – безліч всіх ТРПО; Q_{si} – кількість ЗВК s -го типу в i -му ТРПО.

Підвищення точності й обґрунтованості рівня ОФ ЗВК припускає облік розподілу ЗВК по ТРПО. Найпростіша стратегія – одночасне обслуговування всіх ЗВК у кожному ТРПО й відповідно їх заміна на ЗВК з ОФ. У цьому випадку обсяг ОФ ЗВК визначається як:

$$H_s = \max_i(Q_{si}).$$

Тоді розрахунок витрат на використання ОФ ЗВК визначається так:

$$C_{оф} = \sum_{s \in \{S\}} H_s \cdot (C_s \cdot \alpha + C_{обs}),$$

де C_s – вартість зразка ЗВК s -го типу; α – дисконтний коефіцієнт витрат; $C_{обs}$ – вартість обслуговування зразка ЗВК s -го типу.

Остаточно визначаються витрати на обслуговування ЗВК з використанням ОФ визначаються як:

$$C_{обОФ} = C_{оф} + C_{СОЕ} \cdot \alpha + C_{СОЕe} + C_{тр},$$

де $C_{СОЕ}$ – витрати на створення СОЕ; $C_{СОЕe}$ – експлуатаційні витрати на функціонування СОЕ; $C_{тр}$ – витрати на транспортування ЗВК.

2. *Обслуговування ЗВК з використанням МОЕ* (рис. 2).

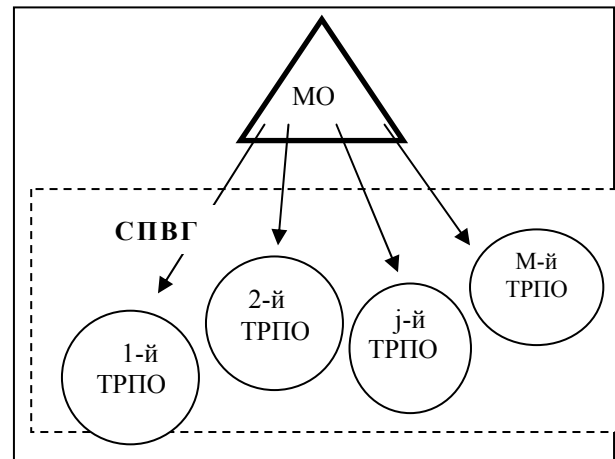


Рис. 2. Порядок обслуговування ЗВК з використанням МОЕ

Основний недолік обслуговування ЗВК у ТРПО з використанням МОЕ в тому, що в цьому випадку неможливо усунути невиробничі витрати часу МОЕ. Основні тридцятилітні цих витрат визначаються часом їх переміщення між ТРПО. Втрати продуктивного часу виникають також при простій окремих каналів МОЕ. Ці втрати з'являються через принципову неможливість досягнення повної відповідності спеціалізації цих каналів і парків ЗВК, що обслуговуються в кожному ТРПО. Втрати продуктивного часу універсальних МОЕ можуть досягати 30% [9].

Оптимальний склад МОЕ $\{N\}$ розраховується відповідно до [10].

У формалізованому виді завдання формулюється у вигляді [10]:

$$N^{opt} = \min_{[1..M]} N,$$

при дотриманні обмежень:

$$T_{по} > \max_k \sum_{i=0}^{d_k} T_{\ell_k^i \ell_k^{i+1}}^k;$$

$$\bigcup_{k=1}^N \{\ell_k\} = \{M\}, \quad \{\ell_k\} \cap \{\ell_p\} = \emptyset, \quad \forall k \neq p,$$

де N^{opt} – оптимальна кількість МОЕ; N – поточна кількість МОЕ, досліджувана на оптимальність; d_k – кількість ТРПО в маршруті k -го МОЕ; $T_{\ell_k^i \ell_k^{i+1}}^k$ – елементи триіндексної таблиці $\|T\|$ розміром $N \times (M+1) \times M$, що визначають час, необхідний k -му МОЕ для проведення обслуговування ЗВК в j -му ТРПО від моменту завершення обслуговування ЗВК в i -м ТРПО; $\bar{\ell}_k$ – маршрути руху МОЕ тобто, упорядковане безліч ТРПО, що визначає состав ТРПО й порядок їх об'їзду для МОЕ $k = 1 \dots N$.

Додатково проводиться оптимізація состава кожного МОЕ, а саме: спеціалізації каналів обслуговування [11] і складу технологічного встаткування [12].

При використанні тільки МОЕ розрахунок витрат на обслуговування ЗВК розраховується як загальна вартість експлуатації МОЕ:

$$C_{мое} = \sum_{k \in \{N\}} C_k \cdot \alpha + C_{epk},$$

де C_k – вартість k -го МОЕ; C_{epk} – річні експлуатаційні витрати на k -й МОЕ (включаючи обслуговування МОЕ).

Для ухвалення рішення про доцільний спосіб обслуговування аналізується умова $C_{об\text{оф}} > C_{мое}$. Якщо вона виконується, то оптимальним варіантом обслуговування ЗВК буде варіант із використанням МОЕ. У протилежному разі доцільно вибрати варіант із використанням ОФ ЗВК.

У результаті наведених розрахункових процедур визначається вихідна інформація для ухвалення рішення про вибір оптимального способу обслуговування ЗВК. При цьому забезпечується оптимальне значення коефіцієнта готовності СПВГ при мінімумі витрат на це обслуговування.

Висновок

1. Для забезпечення максимального K_r СПВГ необхідно забезпечити постійне знаходження в місцях експлуатації ЗВК, які використовуються в цій системі.

2. Забезпечення постійного знаходження ЗВК у місцях їх експлуатації може бути досягнуто двома способами. Перший спосіб припускає використання обмінних фондів ЗВК. Другий спосіб припускає обслуговування ЗВК безпосередньо в місцях їх ек-

сплуатації мобільними ОЕ.

3. При однаковому цільовому ефекті витрати на реалізацію цих способів обслуговування різняться. Тому пропонується робити вибір способу на основі їх техніко-економічного оцінювання.

4. Пропонована методика вибору способу обслуговування засобів вимірювального контролю для систем з підвищеними вимогами до готовності дозволяє вибрати найменш витратний спосіб обслуговування.

5. Подальшим напрямком удосконалення запропонованої методики може бути аналіз способів спільного використання ОФ і МОЕ.

Список літератури

1. Крецук В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 200 с.
2. Морозов О.О., Петунін Ю.Ф., Черепков С.Т. Пересувні лабораторії вимірювальної техніки як фактор підвищення ефективності метрологічного забезпечення військ (сил) // Наука и оборона. – 1998. – № 3. – С. 48-50.
3. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. – М.: Высш. шк., 1982. – 398 с.
4. Коротков Б.В., Морозов О.О., Черепков С.Т. Проблемы формирования оптимальной структуры системы обеспечения единости измерений войск (сил) // Наука и оборона. – 1998. – № 3. – С. 51-53.
5. Гранатуров В.М. Экономические проблемы совершенствования организации ведомственной поверки и ремонта средств измерений. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 88 с.
6. Гранатуров В.М., Некрасов В.С. Организация, планирование и управление метрологическим обеспечением в отрасли связи. – М.: Радио и связь, 1987. – 184 с.
7. Морозов О.О. Аналітична модель зв'язку комплексних показників надійності технічних систем та засобів вимірювання // Інформаційно-управляючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – Вып. 6. – С. 68-71.
8. Керівництво з організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки у ЗСУ. – К.: Варта, 2001. – 104 с.
9. Морозов А.А., Чернов А.Б. Метод оптимального распределения рабочих мест по видам измерений выездной метрологической группы // Збірник наукових праць. – Х.: ХУПС, 2006. – Вып. 1 (7). – С. 96-98.
10. Морозов А.А., Чернов А.Б. Определение необходимого количества подвижных лабораторий измерительной техники для метрологического обслуживания войсковой измерительной техники регионов // Украинский метрологический журнал. – 1999. – № 1. – С. 58-59.
11. Чернов А.Б. Оптимизация состава рабочих эталонов для подвижных лабораторий // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2000. – № 1. – С. 105-110.

Надійшла до редколегії 26.02.2007

Рецензент: д-р економ наук, проф.. Т.С. Клебанова, Харківський національний економічний університет, Харків.