

## ОЦІНКА ВИРОБНИЧИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЛАБОРАТОРІЙ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

д.т.н., проф. О.М. Крюков, к.т.н. Г.В. Фесенко, А.О. Подорожняк

*Пропонується методика розрахунку виробничих можливостей лабораторій вимірювальної техніки, виїзні групи яких беруть участь в ліквідації аварійних ситуацій під час експлуатації технічних комплексів критичного використання.*

**Постановка проблеми.** Процес експлуатації технічних комплексів критичного використання (ТККВ) (газо- та нафтотранспортні системи, атомні та гідроелектричні станції та інші) супроводжується виникненням відмов та несправностей засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) внаслідок помилкових дій персоналу, екстремальних факторів зовнішнього середовища, а також інших непередбачених причин [1]. Аварії ТККВ можуть призвести до великих людських та економічних втрат, являти загрозу для оборони та безпеки держави. Таким чином, відновлювані роботи, спрямовані на усунення відмов ЗВТ, повинні бути достатньо оперативними та здійснюватися відповідно до заздалегідь розроблених алгоритмів. При розробці цих алгоритмів необхідно враховувати виробничі можливості відомчих лабораторій вимірювальної техніки (ЛВТ), на виїзні групи (ВГ) яких під час усунення аварійних ситуацій покладені завдання зі своєчасного та якісного відновлення ЗВТ. У зв'язку з цим, розробка методичних підходів до розрахунків виробничих можливостей ЛВТ є важливою науковою задачею.

**Аналіз літератури.** Проведений аналіз останніх досліджень та науково-технічної літератури [2 – 5], в яких започатковано розв'язання даної проблеми, свідчить, що запропонованим методичним підходам притаманна наявність щонайменше одного з перелічених нижче суттєвих недоліків:

- не визначається вид ремонту, який застосовується під час відновлення пошкоджених ЗВТ;
- не враховується розподіл пошкоджених ЗВТ за видами;
- не враховуються працевтрати на відновлення ЗВТ кожного виду;
- не враховується наявність пріоритетів у відновленні ЗВТ.

**Постановка задачі.** Таким чином, методика, що розробляється, повинна відповідати наступним вимогам:

По-перше, вона повинна враховувати:

- чисельність спеціалістів, зайнятих відновленням ЗВТ кожного виду;
- норми часу на відновлення ЗВТ кожного виду;
- номінальний фонд робочого часу на добу для одного спеціаліста;
- середні витрати часу на переміщення ВГ та їх підготовку до роботи.

По-друге, методика повинна дозволяти обчислювати виробничі можливості ЛВТ на заданий час відновлювальних робіт, подаючи результати у вигляді даних про загальну кількість відновлених ЗВТ кожного виду окремо, а також про загальну кількість відновлених ЗВТ та кількість ЗВТ кожного виду окремо, розподілених за видами ремонту. Методика базується на математичному апараті статистичного аналізу та прогнозних оцінок.

**Мета статті.** Метою статті є запропонувати методику розрахунку виробничих можливостей лабораторії вимірювальної техніки, в результаті застосування якої отримуються дані про кількість відновлених ЗВТ (у тому числі і за видами ремонту) на конкретний час відновлювальних робіт.

**Викладення основних результатів.** Розглянемо схему розрахунків у відповідності з запропонованою методикою.

Процес розрахунків відбувається за два етапи.

а) На першому етапі здійснюється підготовка вихідних даних.

1) Визначається загальна кількість  $N_k$  спеціалістів, зайнятих відновленням  $k$ -го виду ЗВТ

$$N_k = \sum_{j=1}^{m^k} n_j^k, \quad (1)$$

де  $n_j^k$  – штатна чисельність спеціалістів в  $j$ -й ЛВТ, зайнятих у складі ВГ ремонтом ЗВТ  $k$ -го виду;  $m^k$  – кількість ЛВТ, що виділяють у складі ВГ спеціалістів для ремонту ЗВТ  $k$ -го виду.

2) Обчислюється дійсний фонд робочого часу одного спеціаліста

$$\Phi_d = \frac{\Phi_n T - p \left( \frac{S}{v} + t_{\text{під}} \right)}{T},$$

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд робочого часу на добу одного спеціаліста (у годинах);  $p$  – кількість пересувань ВГ за час відновлювальних робіт;  $S$  – середня відстань одного пересування (у кілометрах);  $v$  – середня швид-

кість пересування ВГ (у кілометрах на годину);  $t_{\text{під}}$  – середні витрати часу на підготовку до роботи та до виїзду після відновлювальних робіт (у годинах);  $T$  – тривалість відновлювальних робіт (у добах).

б) На другому етапі здійснюються розрахунки часткових та інтегральних показників виробничих можливостей.

1) Розрахунок кількості ЗВТ  $k$ -го виду, що можуть бути відновлені за добу (виробничі можливості за добу)

$$Q_k = \frac{N_k \Phi_d}{t_B^k},$$

де  $t_B^k$  – середній час відновлення ЗВТ  $k$ -го виду (години).

2) Розрахунок кількості ЗВТ  $k$ -го виду, що можуть бути відновлені за весь час відновлювальних робіт

$$Q_k(T) = Q_k T,$$

де  $T$  – кількість днів виконання відновлювальних робіт.

3) Розрахунок кількості ЗВТ  $k$ -го виду, що можуть бути відновлені за весь час відновлювальних робіт за видами ремонту.

Розрахунок кількості ЗВТ  $k$ -го виду, що можуть бути відновлені поточним ремонтом

$$Q_k = \frac{N_k \Phi_d g_{\text{пот}}}{t_{B \text{ пот}}^k},$$

де  $g_{\text{пот}} = 0 \div 1$  – коефіцієнт, який визначає частку фонду робочого часу, що припадає на здійснення спеціалістами поточного ремонту;  $t_{B \text{ пот}}^k$  – середній час відновлення ЗВТ  $k$ -го виду шляхом здійснення поточного ремонту.

Розрахунок кількості ЗВТ  $k$ -го виду, що можуть бути відновлені середнім ремонтом

$$Q_k = \frac{N_k \Phi_d g_{\text{сер}}}{t_{B \text{ сер}}^k},$$

де  $g_{\text{сер}} = 0 \div 1$  – коефіцієнт, який визначає частку фонду робочого часу, що припадає на здійснення спеціалістами середнього ремонту;  $t_{B \text{ сер}}^k$  – середній час відновлення ЗВТ  $k$ -го виду шляхом здійснення середнього ремонту.

Коефіцієнти  $g_{\text{пот}}$  та  $g_{\text{сер}}$  визначаються з урахуванням нормуючого виразу  $g_{\text{сер}} + g_{\text{пот}} = 1$  та даних про втрати ЗВТ, отриманих шляхом прогнозування при застосуванні методики оцінки втрат ЗВТ [5]. Крім того, на значення коефіцієнтів  $g_{\text{пот}}$  та  $g_{\text{сер}}$  може впливати пріоритетність відновлення кожного ЗВТ (якщо така пріоритетність визначена нормативними документами). Вважається [2], що ЗВТ, які отримали слабкі пошкодження, потребують поточного ремонту, а ЗВТ, які отримали середні та частково важкі пошкодження – середнього ремонту.

Для автоматизації розрахунків виробничих можливостей ЛВТ згідно з наведеною методикою може бути створене програмне забезпечення.

Можливість застосовування розробленої методики проілюструємо на наступному прикладі.

Нехай необхідно визначити залежність кількості відновлених шляхом поточного або середнього ремонту ЗВТ радіотехнічних величин (РТВ) від кількості спеціалістів, зайнятих цим ремонтом, та від кількості пересувань ВГ. При цьому розглянемо два випадки.

В першому випадку  $p = 1$ ;  $S = 30$  кілометрів;  $v = 40$  кілометрів на годину;  $t_{\text{під}} = 1$  година;  $t_{\text{в пот}}^k = 12$  годин;  $t_{\text{в сер}}^k = 30$  годин, а в другому  $m^{\text{РТВ}} = 1$ ;  $n_1^{\text{РТВ}} = 8$  (тобто  $N_{\text{РТВ}} = 8$ );  $\Phi_n = 10$  годин;  $p = 1$ ;  $S = 30$  кілометрів;  $v = 40$  кілометрів на годину;  $t_{\text{під}} = 1$  година;  $t_{\text{в пот}}^k = 12$  годин;  $t_{\text{в сер}}^k = 30$  годин.

Результати визначення виробничих можливостей ЛВТ у вигляді залежності кількості відновлених ЗВТ від кількості спеціалістів та від кількості пересувань ВГ наведено на рис. 1 та 2 відповідно.

З аналізу графіку на рис. 1 видно, що для розглянутої сукупності вихідних даних при здійсненні поточного ремонту шість та сім спеціалістів забезпечують однакову кількість відновлених ЗВТ (чотири). При здійсненні середнього ремонту зростання кількості відновлених ЗВТ спостерігається лише у разі залучення восьми спеціалістів, а для відновлення одного ЗВТ достатньо чотирьох спеціалістів. Таким чином, при здійсненні поточного ремонту раціональна кількість спеціалістів, необхідних для відновлення чотирьох ЗВТ, дорівнює шести, а при здійсненні середнього ремонту для відновлення одного ЗВТ – чотирьом. Ця обставина вказує на те, що за допомогою даного методичного підходу можливо визначити раціональну кількість спеціалістів, необхідну для відновлення заданої кількості ЗВТ для кожного виду ремонту.

З аналізу графіка на рис. 2 випливає, що для відновлення хоча б одного ЗВТ при здійсненні поточного та середнього ремонту необхідно, щоб ВГ здійснювала не більше ніж чотири та два пересування відповідно. Наведені дані ілюструють можливість застосування розробленої методики для визначення раціональної кількості пересувань виїзних груп ЛВТ зі складу ЛВТ.

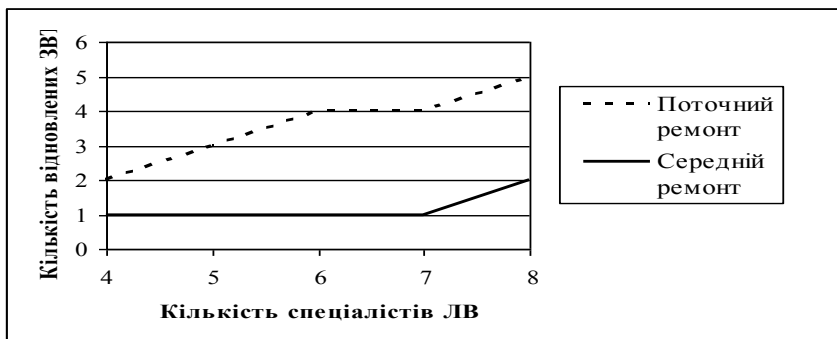


Рис. 1. Графік залежності кількості відновлених ЗВТ РТВ від кількості спеціалістів ЛВТ, зайнятих їх ремонтом

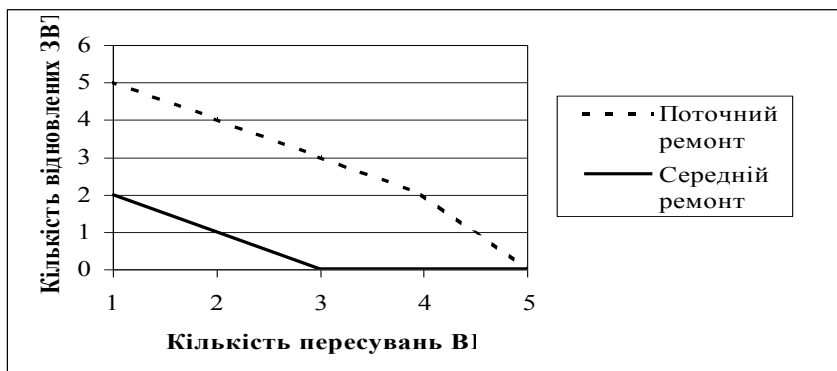


Рис. 2. Графік залежності кількості відновлених ЗВТ РТВ від кількості пересувань виїзних груп ЛВТ

**Висновки.** Таким чином, розроблений методичний підхід до розрахунку виробничих можливостей ЛВТ може бути використаний для раціонального розподілу (перерозподілу) спеціалістів з ремонту ЗВТ та визначення необхідної кількості їх пересувань в ході відновлювальних робіт з ліквідації аварійних ситуацій на ТМКВ. Результати, отримані з ви-

користанням розробленої методики, доцільно враховувати під час розробки раціональних алгоритмів відновлення ЗВТ в ході ліквідації аварійних ситуацій в частині обґрунтування кількості виїзних груп ЛВТ та пересувань кожної з них, а також кількості та фахового складу спеціалістів, що до цих груп входять. Розвиток даного методичного підходу автори бачать в доповненні його алгоритмами оптимізації часток дійсного фонду спеціаліста, що припадає на здійснення поточного та середнього ремонту ( $g_{\text{пот}}$ ,  $g_{\text{сер}}$ ) в залежності від стратегії відновлення ЗВТ (рівнозначність або пріоритети у відновленні тощо).

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Многоверсионные системы, технологии, проекты* / В.С. Харченко, В.Я. Жихарев, В.М. Илюшко, Н.В. Нечипорук. Под ред. В.С. Харченко. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “ХАИ”, 2003. – 486 с.
2. *Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники* / Г.П. Богданов, В.А. Кузнецов, М.А. Лотонов и др. / Под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.
3. *Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология*. – М.: Логос, 2001. – 408 с.
4. *Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб: В 2-х кн. Кн. 1*. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 582 с.
5. *Фесенко Г.В., Подорожняк А.О. Удосконалений методичний підхід до оцінки втрат засобів вимірювальної техніки // Системи обробки інформації*. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вип. 6. – С. 99 – 102.

Надійшла 14.01.2004

**КРЮКОВ Олександр Михайлович**, докт. техн. наук, професор, професор кафедри метрології та стандартизації ХВУ. В 1985 році закінчив ХВВКІУ РВ. Область наукових інтересів – теоретичні та прикладні основи побудови і метрологічного забезпечення вимірювальних систем спеціального призначення.

**ФЕСЕНКО Герман Вікторович**, канд. техн. наук, начальник науково-дослідної лабораторії ХВУ. В 1995 році закінчив ХВУ. Область наукових інтересів – метрологічне забезпечення та проблеми експлуатації складних технічних систем.

**ПОДОРОЖНЯК Андрій Олексійович**, науковий співробітник науково-дослідної лабораторії ХВУ. В 1988 році закінчив Харківське вище військово-авіаційне училище радіоелектроніки. Область наукових інтересів – використання еволюційних технологій в складних технічних системах та проблеми їх метрологічного забезпечення.

---