

УДК 623.004.67

М.В. Мелешко

Національний університет оборони України, Київ

## ЩОДО ПИТАНЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Узагальнюються результати досліджень автора у галузі інформаційної підготовки організації ремонту військової автомобільної техніки, надаються пропозиції з організації отримання інформації, необхідної для оптимізації процесу формування даних у нормативно-довідковій документації та алгоритм вибору оптимальної послідовності пошуку несправності.

**Ключові слова:** військова автомобільна техніка, інформаційна підготовка організації ремонту.

### Вступ

#### Постановка проблеми та аналіз літератури.

Інформаційна підготовка організації ремонту військової автомобільної техніки (ВАТ) з метою відновлення її експлуатаційних якостей і забезпечення її працездатності в процесі встановленого міжремонтного пробігу є важливим науково-технічним завданням на сучасному етапі розвитку Збройних Сил (ЗС) України, актуальність якого визначається необхідністю підтримки ВАТ в постійній готовності до виконання покладених завдань.

У відомій літературі, присвяченій діагностуванню технічного стану автомобільної техніки розглядаються питання технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки народного господарства. При цьому основна увага приділена діагностуванню технічного стану автомобільної техніки. Проте в цих роботах не розглядаються питання інформаційної підготовки проведення ремонту автомобільної техніки з метою відновлення її експлуатаційних якостей і забезпечення її працездатності в процесі встановленого міжремонтного пробігу на ремонтних підприємствах Міністерства оборони України.

**Мета статті** – обґрунтування вибору послідовності пошуку фактичної несправності із заданої безлічі ймовірних несправностей, які відповідають певному зовнішньому прояву, для визначення системи технічного обслуговування і ремонту ВАТ на підприємствах Міністерства оборони України та її критеріїв ефективності.

### Основний матеріал

Початковою інформацією, необхідною для оптимізації процесу формування даних у нормативно-довідковій документації, яка використовується при інформаційній підготовці ремонту, є зовнішні прояви несправностей. Їм відповідає перелік можливих несправностей  $H_i$  з апіорною ймовірністю їх прояву  $P_i$ , отриманою на підставі обробки статистичної

інформації про надійність елементів конструкції ВАТ, з вказівкою необхідних для їх усунення розбірно-складальних операцій і запасних частин. Кожна розбірно-складальна операція, у свою чергу, складається з елементарних операцій, впорядкована сукупність яких є постовою технології виконання розбірно-складальної операції в цілому.

У загальному вигляді для довільного зовнішнього прояву несправності є набір несправностей  $H_i$  ( $i = 1 \dots n$ ) з апіорною ймовірністю їх прояву  $P_i$  ( $i = 1 \dots n$ ). Кожна несправність усувається шляхом проведення відповідної ремонтно-регулювальної операції  $R_i$  і заміни несправної деталі (вузла) на справну. Крім того, існує ряд елементарних операцій, які є загальними при проведенні декількох розбірно-складальних операцій.

Так на рис. 1 приведена структурна схема виконання розбірно-складальних операцій з виявлення однієї з чотирьох можливих несправностей для заданого зовнішнього прояву.

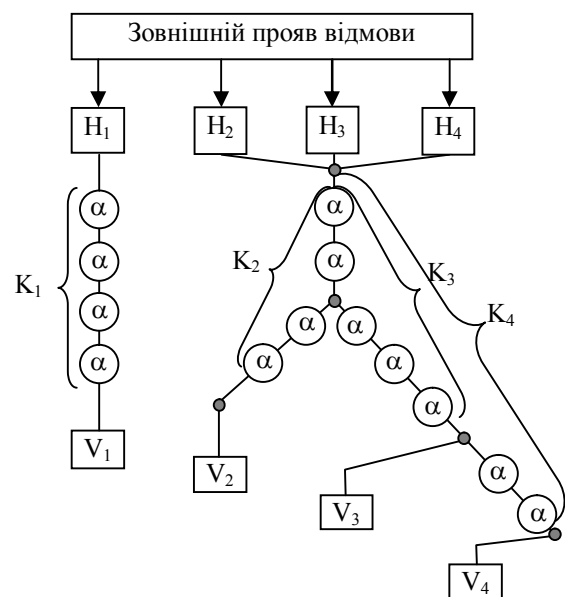


Рис. 1. Структурна схема усунення несправностей

На рис. 1 такі значення: Н – несправність; К – комплекс розбірно-складальних елементарних операцій;  $\alpha$  – елементарна операція; V – необхідна запасна частина для заміни несправної деталі (вузла) на справну.

Кожний вузол розгалуження постових технологій є певний рівень (глибина) проведення розбірно-складальних операцій.

Для зручності проведення подальших досліджень представленої на рис. 1 структурної схеми правомірно об'єднати декілька елементарних операцій в одну, укрупнену, з визначенням трудомісткості її виконання. Об'єднання операцій здійснюється на певному рівні їх проведення.

Приведений вигляд представленої на рис. 1. структурної схеми усунення несправностей після об'єднання елементарних операцій наведено на рис. 2. Якщо після якого-небудь вузла розгалуження йде безпосередньо операція заміни, то це означає, що на даному рівні проведення елементарних розбірних операцій вже очевидна необхідність у відповідній заміні несправної деталі (вузла) на справну.

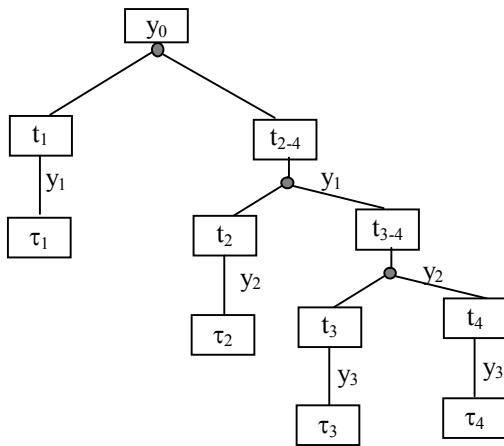


Рис. 2. Структурна схема усунення несправностей після об'єднання елементарних операцій:

$y$  – рівень проведення операцій;

$t$  – сумарна трудомісткість виконання комплексу елементарних розбірно-складальних операцій на певному рівні;  $\tau$  – трудомісткість заміни несправної деталі (вузла) на справну

У тому випадку, коли несправності визначені однозначно, середня трудомісткість їх усунення  $T$  визначилася б підсумовуванням працездатностей усунення окремих несправностей з урахуванням ймовірності їх появи:

$$T = P_1(t_1 - \tau_1) + P_2(t_{2-4} + t_2 + \tau_2) + P_3(t_{2-4} + t_{3-4} + \tau_3) + P_4(t_{2-4} + t_{3-4} + t_4 + \tau_4). \quad (1)$$

Коли фактична несправність невідома (зовнішньому прояву несправностей відповідає де кілька ремонтно-регулювальних операцій з їх усунення), необхідно знайти оптимальну послідовність пошуку

фактичної несправності із заданої безлічі можливих. При цьому, як критерій оптимізації, необхідно вибрати мінімальний час простою ВАТ на посту, пов'язане з пошуком та усуненням несправності (без урахування організованості поста і можливої перепідготовки виробництва).

Така послідовність задається перерахуванням несправностей у порядку їх виконання. При цьому, як видно з рис. 2, для переходу до виявлення, кожній подальшій несправності досить повернутися до вузла найближчого верхнього рівня, де є ще не проведені операції. Як тільки несправність виявлена, проводиться відповідна заміна несправної деталі (вузла) на справну, а потім збірка всіх розібраних до цього моменту елементів агрегату, або системи.

Таким чином, завдання полягає в тому, щоб для будь-якої, довільно вибраної, послідовності виявлення несправності знайти очікувані витрати часу виконання розбірно-складальних операцій  $T(\bar{H})$  на її пошук і усунення, порівняти їх  $T_0$  і визначити таку послідовність виявлення фактичної несправності із заданої безлічі вірогідних, для якої  $\Delta T = T(\bar{H}^{opc}) - T_0 \rightarrow \min$  тобто, дана послідовність буде оптимальною за критерієм мінімізації часу простою ВАТ на посту.

Зафіксована у нормативно-довідковій документації обрана послідовність пошуку фактичної несправності із заданої безлічі ймовірних несправностей, які відповідають певному зовнішньому прояву, і будуть являтися оптимальні за критерієм мінімізації часу простою ВАТ на посту.

Розглянемо деяку, довільно вибрану, послідовність виявлення несправності для схеми, приведеної на рис. 3.

$$H_2 \rightarrow H_1 \rightarrow H_3 \rightarrow H_4.$$

Нехай  $t'$  – трудомісткість виконання комплексу розбірних операцій, а  $t''$  – трудомісткість виконання комплексу складальних операцій. Очевидно, що  $t' + t'' = t$ .

Для виявлення і усунення несправності  $H_2$  потрібна сумарна трудомісткість  $t_{2-4} + t_2$ . Якщо після проведення комплексу розбірних операцій з трудомісткістю  $t'_{2-4} + t'_2$  несправність виявлена, то здійснюється заміна  $V_2$  з трудомісткістю  $\tau_2$  і комплекс складальних операцій  $t''_2 + t''_{2-4}$ .

Якщо потім несправність не виявлена, то необхідно повернутися у вузол  $y_0$ , виконавши, проте, тільки складальні операції з трудомісткістю  $t'_1$  і перейти до виявлення несправності  $H_1$ . Для цього потрібний комплекс розбірних операцій з трудомісткістю  $t'_1$  і у разі визначення несправності здійсню-

ється заміна  $V_1$  з трудомісткістю  $\tau_1$  і комплекс складальних операцій.

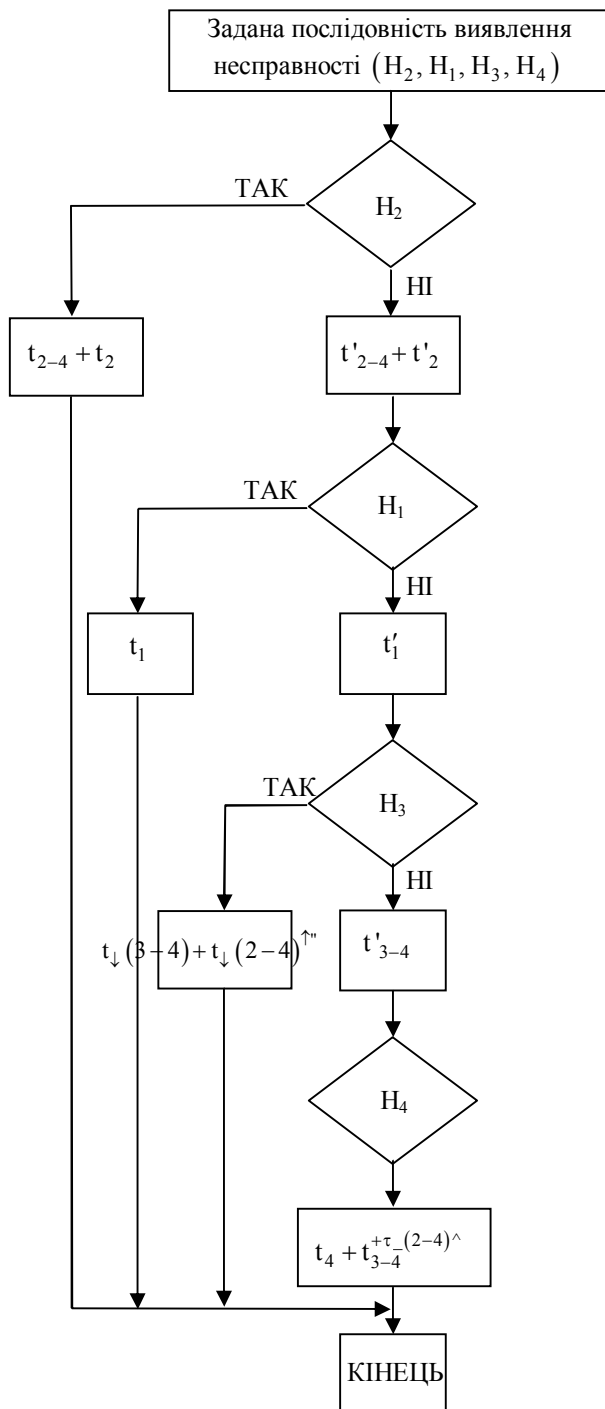


Рис. 3. Алгоритм визначення втрат на виявлення несправності при заданій послідовності пошуку

Для виявлення несправності  $H_3$  необхідно провести комплекс розбірних операцій з трудомісткістю  $t'_{3-4}$  від вузла  $u_1$ . У вузлі  $u_2$  однозначно визначається несправність  $H_3$ , здійснюється заміна з трудомісткістю  $\tau_3$  і комплекс складальних операцій  $t_{3-4} + t_{2-4}$ . Якщо ні, то необхідно провести ком-

плекс операцій з трудомісткістю  $t'_4$ , що дозволить виявити несправність  $H_4$ , здійснити заміну  $V_4$  з трудомісткістю  $\tau_3$  і комплекс складальних операцій  $t''_4 + t''_{3-4} + t''_{2-4}$ .

$$T_1 = \sum_{l \in n_1} t_l \quad (2)$$

Для другої несправності  $H_{n_2}$  трудомісткість її виявлення дорівнює сумі усіх  $t_1$  таких, що безліч включає  $n_2$ , але не включає  $n_1$ . Ця трудомісткість множиться на суму вірогідності появи усіх несправностей, виключаючи першу.

$$T_2 = \sum_{\substack{l \in n_2 \\ l \notin n_1}} t_l (1 - P_{n_1}) \quad (3)$$

Аналогічним чином для  $i$ -ї несправності  $H_{n_i}$  трудомісткість пошуку дорівнює сумі таких  $t_1$ , в яких безліч  $l$  включає  $n_i$ , але не включає  $n_1 \dots n_{i-1}$ . Ця трудомісткість множиться на одиницю мінус сума ймовірності появи усіх несправностей з номерами  $1, \dots, i-1$ .

Таким чином, сумарна трудомісткість пошуку несправності для заданої послідовності пошуку  $\bar{N}$  визначається виходячи з наступного виразу:

$$T(\bar{N}) = \sum_{i=1}^N \left[ \sum_{\substack{l \in n_i \\ l \notin n_1 \dots n_{i-1}}} t_l \left( 1 - \sum_{j=1}^{i-1} P_{n_j} \right) \right] \quad (4)$$

На рис. 4 наведений укрупнений алгоритм визначення оптимальної послідовності пошуку несправності, для якої очікувана трудомісткість виявлення і усунення несправності є мінімальною.

Для обґрунтування вибору послідовності пошуку фактичної несправності із заданої безлічі ймовірних несправностей необхідно розглянути опис окремих блоків алгоритму.

Є початкова безліч можливих несправностей, масив апріорної ймовірності  $P_k$  і масив трудоемкостей розбірно-складальних операцій  $t_1$ . У першому блоці за чергою формуються всілякі варіанти послідовності пошуку несправності у вигляді різних перестановок  $N$  чисел  $n_1, \dots, n_i, \dots, n_N$ .

Таким чином, загальне число варіантів складає  $N!$ . Для кожного варіанту здійснюється  $N$  циклів по індексу  $i$  – номеру етапу пошуку. У кожному циклі потрібно продивитися усі індекси  $l$ , потім відбираються усі  $t_1$ , індекс  $l$  яких містить  $n_i$ , потім сума цих  $t_1$  множиться на величину  $P$  (у першому циклі рівну 1). Отримане значення додається в суматор  $T$ , після чого відображені  $t_1$  вважаються

рівними нулю, а значення  $P$  зменшується на  $P_{n_i}$ . Потім слідує перехід до наступного циклу. Таким чином, після  $N$  циклів суматор  $T$  містить очікувану трудомісткість пошуку несправності для цього варіанту послідовності.

Ця трудомісткість виводиться на друк разом з відповідною послідовністю  $\{n_i\}$ .

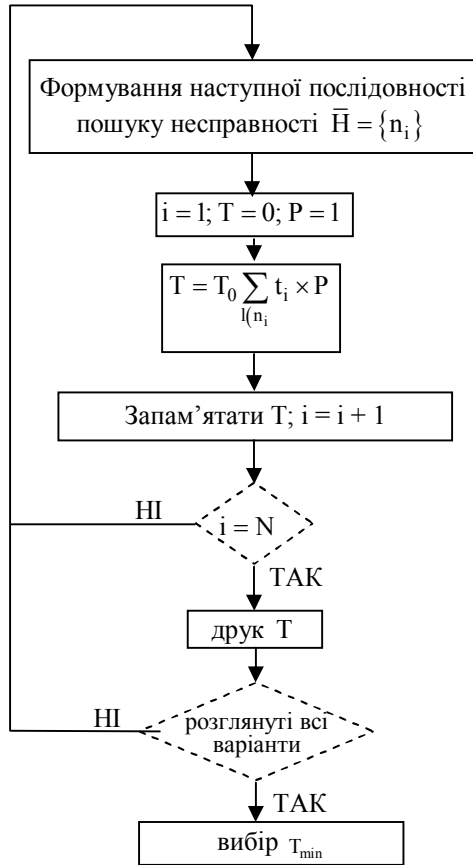


Рис. 4. Укрупнений алгоритм вибору оптимальної послідовності пошуку несправності

Після закінчення розрахунку усіх  $N!$  варіантів відбирається такий варіант, для якого трудомісткість  $T$  є мінімальною, що свідчить про вибір оптимального варіанту послідовності пошуку несправності.

### Висновки

Розрахована за представленою програмою оптимальна послідовність пошуку фактичної несправності із заданої множини ймовірних несправностей записується в нормативно-довідкову документацію відповідно до зовнішнього прояву несправності для подальшого використання при визначенні варіанту технічного обслуговування і ремонту військової автомобільної техніки на підприємствах Міністерства оборони України та її критеріїв ефективності.

### Список літератури

1. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / О.А. Лудченко. – К.: Знання-Прес, 2004. – 479 с.
2. Креценецький В.Л. Модернізація конструкції технологічного обладнання з технічного обслуговування та ремонту автомобілів / В.Л. Креценецький. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 71 с.

Надійшла до редколегії 10.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## К ВОПРОСАМ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

М.В. Мелешко

Обобщаются результаты исследований автора в отрасли информационной подготовки организации ремонта военной автомобильной техники, предоставляются предложения по организации получения информации, необходимой для оптимизации процесса формирования данных в нормативно-справочной документации и алгоритм выбора оптимальной последовательности поиска неисправности.

**Ключевые слова:** военная автомобильная техника, информационная подготовка организации ремонта.

## TO QUESTIONS OF INFORMATIVE PREPARATION OF ORGANIZATION OF REPAIR OF MILITARY MOTOR-CAR TECHNIQUE

M.V. Meleshko

The results of researches of author are summarized in industry of informative preparation of organization of repair of military motor-car technique, given suggestion on organization of receipt of information, necessary for optimization of process of forming of information in a normatively-certificate document and algorithm of choice of optimum sequence of search of disrepair.

**Keywords:** military motor-car technique, informative preparation of organization of repair.