

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ І ЛОКАЛІЗАЦІЇ МІСЦЯ П'ЯВИ ДЕФЕКТІВ У СКЛАДНІЙ СИСТЕМІ ОЗБРОЄННЯ

к.т.н. М.В. Гніденко
(подав д.т.н., проф. В.І. Карпенко)

Розглядається можливий підхід до побудови алгоритмів автоматизованого пошуку і локалізації місця появи дефектів у системі технічної діагностики (СТД), об'єктом впливу якої є складна система озброєння (ССО).

Основними задачами системи технічної діагностики є, як відомо [3], контроль технічного стану ССО (об'єкта діагностики) з метою визначення його виду а також пошук і локалізація місця появи дефекту встановленої глибини у випадках, коли виникає така потреба.

Далі зупинимося на останній із зазначених задач СТД. Нехай об'єкт діагностики (ОД) може бути представлено ієрархічною трьохрівневою структурою (система, підсистема, типовий елемент заміни (ТЕЗ)). При цьому кожний із рівнів ієрархії має властиві йому особливості з погляду проведення пошуку і локалізації місця появи дефекту, а процес досягнення заданої глибини пошуку (діагностування) розглядається як такий, що містить у собі декілька етапів, які відповідають рівням ієрархії ОД.

З урахуванням цього визначимо структуру системи технічної діагностики також як трьохрівневу (табл.1). Таке визначення не тягне за собою виконання умови інваріантності рівнів СТД для всіх можливих етапів процесу технічної діагностики, наприклад, для етапу контролю технічного стану ОД. Воно справедливе виключно для етапу пошуку і локалізації місця дефекту.

Таблиця 1

Функції СТД на різних рівнях

Рівні СТД	Функції СТД
Система (I рівень ОД)	Контроль працездатності (контроль функціонування) ОД і, при необхідності, локалізація дефекту з глибиною L до системи .
Підсистема (II рівень ОД)	Пошук і локалізація дефекту з глибиною до підсистеми (групи типових елементів заміни).
Група ТЕЗ (III рівень ОД)	Пошук і локалізація дефекту з глибиною до типового елемента заміни.

У загальному вигляді процес пошуку і локалізації дефекту відповід-

но до визначеної структури СТД може полягати у наступному. Після прийняття рішення на локалізацію дефекту за встановленим алгоритмом, аналізуються результати контролю працездатності ОД і встановлюється місце дефекту на першому рівні СТД, тобто виділяється система ОД, підозрювана у відмові.

Аналогічно функціонує СТД при локалізації дефекту на наступних рівнях. У тому випадку, коли місце дефекту на другому або третьому рівні не встановлюється, СТД знову повертається до більш високого рівня. Після локалізації підозрюваного у відмові ТЕЗ здійснюється його заміна, наприклад, із складу ЗІП.

Розглянемо одну з можливих методик пошуку і локалізації місця дефекту на першому рівні СТД.

Для локалізації дефекту на першому рівні СТД доцільно використовувати інформацію про результати проведення контролю працездатності ОД при підготовці його до застосування за призначенням.

Спираючись на відомі роботи [1,2,4] доцільно запропонувати для розв'язання задачі локалізації місця дефекту використовувати логічні методи теорії розпізнавання, які дозволяють достатньо просто представити детерміновані дані про причинно-слідчі зв'язки між дефектами і їхніми ознаками у виді співвідношень булевої алгебри. На цій основі методика побудови алгоритму пошуку дефекту з глибиною до системи полягає в наступному.

1. Виділяються функціонально незалежні системи ОД.

2. Встановлюються відповідності між технічним станом кожної системи ОД і результатами контролю її працездатності. Для цього процес контролю працездатності ділиться на елементарні операції [5], під якими розуміються певні експерименти над ОД, що характеризуються заданими вхідними тестами для систем ОД і набором діагностичних (контрольних) точок, з яких знімаються відгуки систем на ці впливи. Отримані значення відгуків (діагностичних параметрів) назвемо результатами елементарних операцій, кожний із яких будемо характеризувати своєю ознакою S_j .

3. Визначаються всі можливі місця появи дефектів D_i на першому рівні СТД відповідно до глибини пошуку дефекту L_1 .

4. Формується таблиця всіх комбінацій дефектів D_i і їхніх ознак S_j .

5. Визначаються фізично можливі комбінації дефект-ознака і уточнюється таблиця, сформована в попередньому пункті 4.

Оцінка технічного стану ОД за результатами проведення елементарної операції полягає в отриманні ознаки, необхідної для визначення (локалізації) місця дефекту. Для цього доцільно встановити, що ознака S_j може приймати два взаємовиключні значення: 1 - «ознака має місце»; 0 - «ознака відсутня».

Нехай встановлено число n ознак і m усіх можливих місць дефекту. Тоді таблиця комбінацій ознак і місць дефектів із глибиною L_1 міс-

тять $m2^m$ рядків і 2^n стовпчиків, тобто така таблиця містить 2^m блоків, кожен із яких має розмірність $m \times 2^n$. При цьому кожен окремий блок таблиці являє собою одну з можливих комбінацій місць дефектів і повної сукупності всіх можливих їхніх ознак. Загальне число можливих комбінацій ознак і місць дефектів складає 2^{m+n} .

Задача визначення місця дефекту з глибиною до системи (L_1) полягає у розв'язуванні логічного рівняння $S \rightarrow D$. Рівняння може бути розв'язане, наприклад, шляхом послідовного перегляду і аналізу комбінацій ознак і дефектів, або за допомогою інших відомих методів [2]. Результатом розв'язання логічного рівняння може бути якийсь один із двох можливих випадків.

1. Місце дефекту встановлюється однозначно з достовірністю, що характеризується метрологічними характеристиками засобів діагностики, помилками (рівнем кваліфікації) оператора, а також істинністю встановлення причинно-слідчих зв'язків між ознаками і місцем дефекту.

2. Встановлено декілька можливих місць дефекту або комбінацій місць дефектів. У цьому випадку встановлюються додаткові перевірки (елементарні операції), необхідні і достатні для однозначного встановлення місця дефекту. Потім повторно розв'язуються логічні рівняння з урахуванням результатів додаткових перевірок для одержання однозначного рішення. Якщо задача не може бути розв'язана однозначно, тоді доцільно отримати апостеріорну оцінку ймовірності появи дефекту в обкресленій області ОД, скориставшись відомим співвідношенням [1]:

$$P(D_i / S_j) = \frac{P(D_i)P(S_j / D_i)}{\sum_{i=0}^{2^m} P(D_i)P(S_j / D_i)},$$

де $P(D_i)$ - апіорна ймовірність виникнення дефекту D_i ; $P(S_j / D_i)$ - ймовірність прояву ознаки S_j за умови появи дефекту D_i .

Ймовірності $P(D_i / S_j)$ надають необхідну інформацію для побудови алгоритму пошуку місця дефекту, а ймовірність $P(S_j / D_i)$ надає межу, до якої збігається частота реалізації ознаки S_j при появі дефекту D_i . Частота цих подій визначається експериментально і при припустимих обмеженнях використовуватися в якості оцінки ймовірності $P(S_j / D_i)$.

Для ОД, досвід експлуатації яких не накопичений, апіорні ймовірності $P(D_i)$ можуть бути розраховані за методикою, викладеною в [1]. При цьому в процесі експлуатації ОД значення цих ймовірностей мають постійно уточнюватися (самонавчання СТД). Процес пошуку місця де-

фекту за результатами контролю працездатності ОД із глибиною L_1 до системи може бути організовано по алгоритму, що наведений на рис. 1.

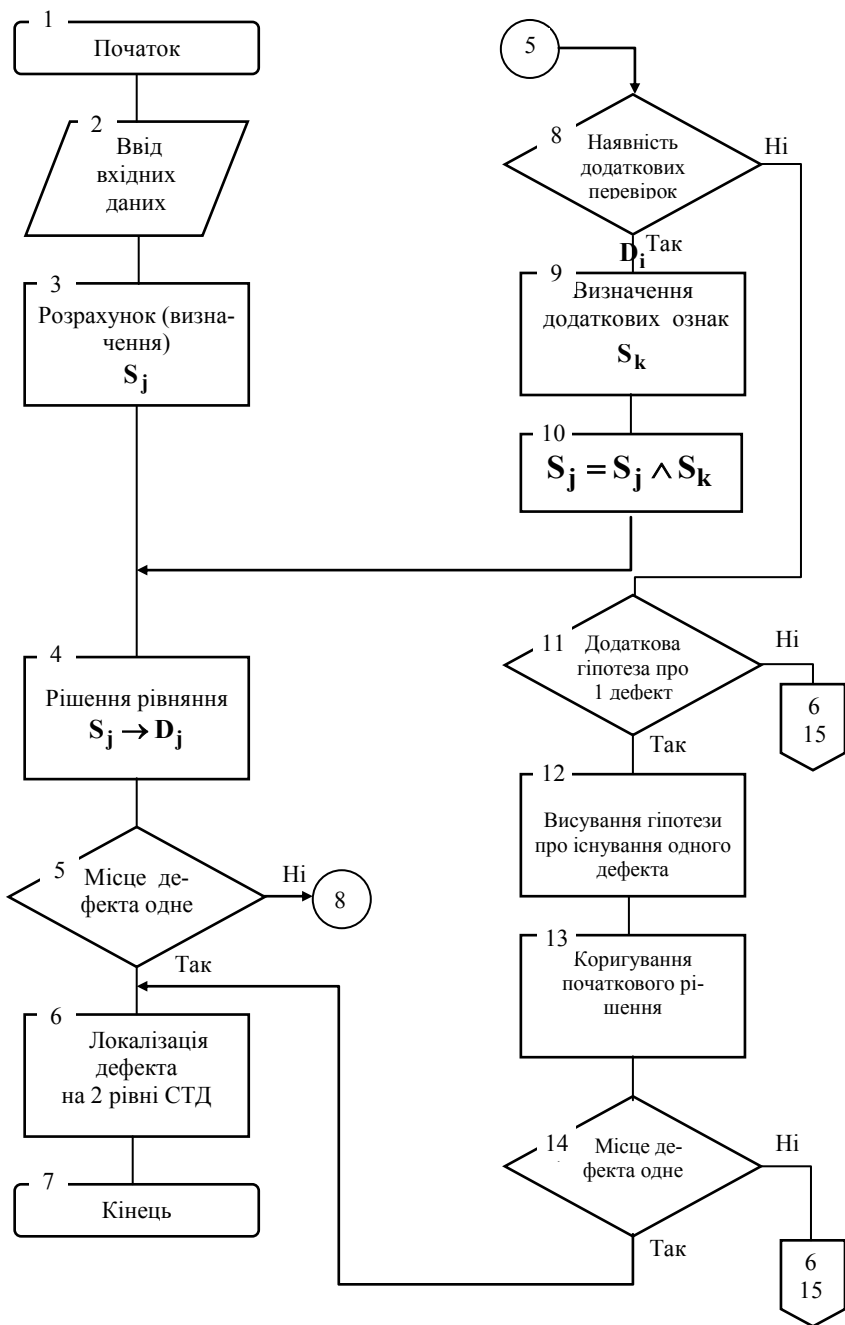


Рис.1. Схема алгоритму пошуку місця дефекту на першому рівні STD

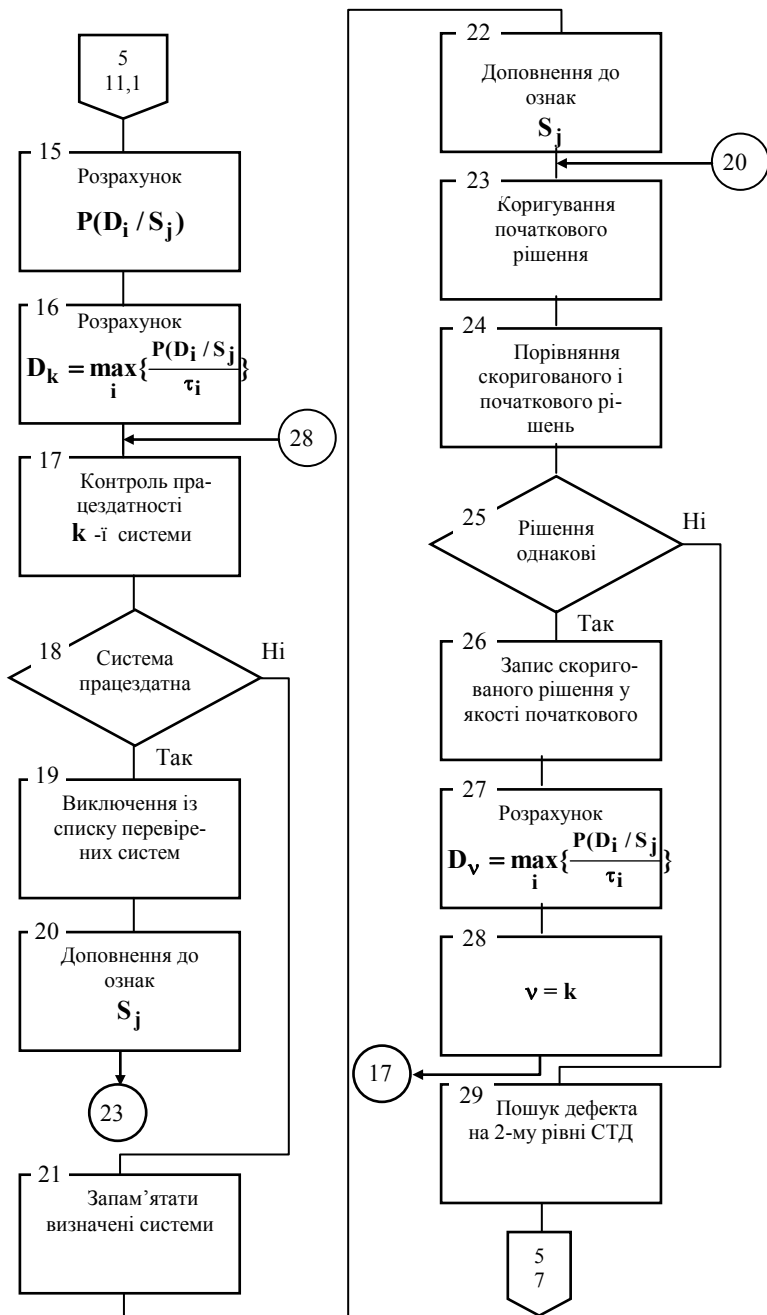


Рис.1. Схема алгоритму пошуку місця дефекта на першому рівні СТД (закінчення)

При цьому, у тому випадку, коли розв'язок логічного рівняння єдиний, процес пошуку закінчується і здійснюється перехід до наступного етапу діагностування з глибиною L_2 (другий рівень СТД). Якщо результат неоднозначний, то для кожного елемента першого рівня СТД розраховуються і ранжуються значення

$$\frac{P(D_i / S_j)}{\tau_i} > \frac{P(D_k / S_j)}{\tau_k} > \dots > \frac{P(D_1 / S_j)}{\tau_1},$$

де τ_i - тривалість пошуку дефекту D_i .

Локалізація місця дефекту здійснюється послідовним контролем працездатності підозрюваних елементів (систем), починаючи з i -ї системи.

Аналіз цього алгоритму показує, що тривалість пошуку і локалізації місця дефекту t_{g1} на першому рівні СТД визначається головним чином тривалістю отримання діагностичних ознак і метрологічними характеристиками засобів діагностики. Так, ймовірність помилки першого роду α_{g1} залежить, насамперед, від точності і безвідмовності засобів діагностики, а також істинності визначених ознак. Ймовірність помилки другого роду β_{g1} визначається в основному повнотою контролю працездатності ОД, метрологічними характеристиками засобів діагностики і рівнем їх безвідмовності.

Практична придатність і корисність застосування представлених методики та алгоритму пошуку і локалізації місця появи дефекту на першому рівні СТД може бути підтверджена тим, що частково подібні підходи реалізовані в окремих підсистемах складних систем озброєння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978. – 239 с.
2. Горелик А.Л., Скрипник В.А. Методы распознавания. – М.: Высш. шк., 1984. – 208 с.
3. ГОСТ 20911-75. Техническая диагностика. Основные термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 14 с.
4. Ледли Р.С. Программирование и использование цифровых вычислительных машин / Под ред. А.И. Китова. – М.: Мир, 1966. – 644 с.
5. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики. Оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства / Под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1981. – 320 с.

Подана до редколегії 22.02.2001