***Вибір методів та засобів технічного діагностування складних систем озброєння***

У статті викладена методика обґрунтування раціональної сукупності методів та засобів технічного діагностування складних систем озброєння, що задовольняє задані вимоги до систем технічного діагностування в цілому.

Методи технічного діагностування повинні задовольняти вимогам щодо достовірності та довготривалості діагностування, а також забезпечувати можливість їх реалізації на відповідному рівні ієрархії системи технічного діагностування.

Для вибору методів технічного діагностування доцільно використати відомий підхід, в основі якого лежить бібліотека методів [1]. Бібліотека методів має дані, що характеризують ефективність кожного з них для різних об’єктів діагностування представлених у вигляді двох множин *Ов* та *Мв*.

Множина *Ов* має показники, що визначають можливість застосування кожного методу для заданих конструктивних, функціональних та інших характеристик об’єкту діагностування. Наприклад:

1. тип об’єкту діагностування (аналоговий, цифровий, гібридний, механічний та ін.);
2. число (кількість) виходів об’єкту діагностування, що контролюються;
3. ступінь резервування об’єкту діагностування (повне, часткове та його кратність, відсутність резервування);
4. пристосованість об’єкту діагностування до діагностування (не пристосований, частково пристосований, пристосований);
5. наявність апріорних даних про елементну базу, показниках надійності, трудомісткості та інформативності операцій пошуку та локалізації місця дефекту).

Кожний з показників може утримувати ряд часткових. Наприклад, пристосованість об’єкту діагностування до діагностування включає показники, що характеризують можливість зняття інформації за трактом проходження сигналу, перевірки елемента чи пристрою об’єкту діагностування, імітації дефекту, можливість змінення конфігурації об’єкту діагностування під задачі технічного діагностування.

Множина *Мв* має показники, що характеризують ефективність методу технічного діагностування, наприклад, ступінь (ймовірність) вірогідності не виявляти наявності дефекту або – вартість реалізації методу та ін.

Для вибору методу з бібліотеки необхідно і достатньо провести аналіз об’єкту діагностування, можливих алгоритмів діагностування, та оцінити показники множини *Ов.* Відтак з множини *Мв* вибираються методи технічного діагностування, що максимально відповідають вимогам множини *Ов*. На наступному етапі з вибраних методів повторно відбираються такі, реалізація яких забезпечить задані вимоги до показників технічного діагностування.

Обрані методи, у свою чергу, реалізуються за допомогою алгоритмів технічного діагностування. Якість розробки останніх у значній мірі визначають ефективність системи технічного діагностування.

Процес розробки алгоритмів полягає у визначені набору елементарних перевірок та послідовності їх проведення з метою забезпечення реалізації вибраних методів. І, нарешті, для проведення елементарних перевірок необхідно вибирати відповідні засоби технічного діагностування, характеристики яких також впливають на показники технічного діагностування.

Таким чином, всі три завдання – вибору методів, побудови алгоритмів їх реалізації та вибору засобів діагностування тісно пов’язані між собою і повинні вирішуватись спільно, виходячи із заданих значень показників технічного діагностування.

В якості цільової функції вирішення даного завдання доцільно використовувати витрати на реалізацію вибраних методів технічного діагностування, які необхідно мінімізувати при забезпечені заданих вимог до показників діагностування, зокрема, до ймовірності βg не виявлення (пропуску) дефекту.

Нехай для деякого пристрою об’єкту діагностування відомі множини *Y* засобів діагностування, які можуть бути використані для реалізації вибраних методів та алгоритмів технічного діагностування, а також їх характеристики, що задані матрицею ,



де:

1, якщо і-му засобу діагностування можливе проведення перевірки за номером j;

x*ij*

0, у протилежному разі;

*y –* потужністьмножиниY;

*р* - потужністьмножини Р, елементарних перевірок засобів об’єкту діагностування;

Засоби діагностування характеризуються показниками зведеними в матриці , , ,



де:

τ*ij –* середня тривалість проведення *j*-ї перевірки *і*-го засобу діагностування;

σ*ij* – середньоквадратичне відхилення тривалості *j*-ї перевірки, що проводиться *і*-м засобом діагностування;

α*ij –* ймовірність помилки першого роду для *j*-ї перевірки, що проводиться *і*-м засобом діагностування.

Тепер для алгоритму, що побудований з урахуванням вибраних методів технічного діагностування, необхідно визначити набір засобів діагностування з множини *Y*, що забезпечує мінімальні загальні витрати *SM* на реалізацію цих методів та ймовірність пропуску дефекту не більше заданої, .



Будемо вважати, що елементарні операції (перевірки) виконуються у відповідності з алгоритмом послідовно та є незалежними, а ймовірність помилки першого роду кожної окремої незалежної перевірки – величина такого ступеню меншості, при якій справедлива умова

,



де *αgi* – ймовірність помилки першого ряду за результатами *N* перевірок, що виконані *і*-м засобом діагностування при локалізації місця дефекту.

Введемо параметр

1, якщо *і*-й засіб діагностування входить систему технічного діагностування;

x*ij*

0, у протилежному разі;

та сформулюємо завдання вибору засобів діагностування для трьохрівневої системи технічного діагностування чи будь-якої з її рівнів наступним чином. Знайти набір засобів діагностування (*Y\**), що доставляє мінімум цільової функції

, (1)



де

- витрати на реалізацію методів технічного діагностування для *r*-го рівня системи технічного діагностування;



*Si* – вартість *і-*х засобів діагностування,

при обмеженнях виду:

; (2)



; (3)



; (4)



. (5)



Мінімум цільової функції (1) шукається для кожного алгоритму, засоби діагностування та будови відповідного рівня системи технічного діагностування. Обмеження (2) потребує, щоб кожна перевірка виконувалась одним засобом діагностування.

Сформульоване завдання відноситься до групи завдань цілочислового лінійного програмування та може вирішуватись відомими методами [2].

Для кожного вибраного комплекту засобів діагностування та алгоритму технічного діагностування необхідно оцінити ймовірність пропуску дефекту *βgr* за методикою, викладеній у [2] та зупиниться на тих варіантах вибору засобів діагностування, для яких отримані значення не перевищують заданого порогу .



Таким чином, в результаті вирішення завдання (1) отримуємо методи, алгоритми технічного діагностування та набір засобів діагностування, які забезпечують значення, що вимагають показники пошуку і локалізації дефекту при мінімальних витратах на реалізацію цих методів.

Наприкінці розглянемо ситуацію, коли один з методів технічного діагностування (їх комбінація) не можуть задовольнити потреби до показників технічного діагностування, або не вдається підібрати відповідний комплект (набір) засобів діагностування.

Причиною виникнення такої ситуації може бути те, що для наявних у розпорядженні виробника арсеналу методів і засобів технічного діагностування вимоги до показників технічного діагностування, розраховані виходячи з оперативно-тактичних і тактико-технічних вимог до розроблювальної складної системи озброєння, перевищили можливості їхньої реалізації при витратах *SM*.

Можливі декілька варіантів рішення в цих умовах:

1. збільшити припустимі витрати *SM* на реалізацію методів технічного діагностування та повторно розв’язати завдання (1);
2. у тому випадку, коли немає можливості збільшувати витрати або арсенал методів та засобів технічного діагностування, немає можливості досягнути потребуємих значень показників технічного діагностування можуть бути використані методи по перерозподілу вимог дочасних показників технічного діагностування з таким розрахунком, щоб в цілому узагальнений показник *tBOK* не перевищував припустимого порогу .



1. якщо перший та другий спосіб не дозволяють досягнути бажаного результату без послаблення вимог до показника ефективності системи технічного діагностування, то виникає необхідність в розробці нових методів або засобів технічного діагностування.

Список використаної літератури

1. В.П. Калявин, А.В. Мозгалевский. Технические средства диагностирования. – Л.: Издательство «Судостроение», 1984, 208с.

2. О.Г. Алексеев. Комплексное применение методов дискретной оптимизации.- М.: «Наука», 1987, 248с.