

УДК 621.391

О.М. Усачов, В.М. Руденко, О.А. Дробот

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## УЗАГАЛЬНЕНА МЕТОДИКА ВИЯВЛЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ В ОБ'ЄКТАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті проведений аналіз існуючих підходів до виявлення елементів на об'єктах автоматизованої системи управління спеціального призначення, які відмовили. Також описана узагальнена методика їхнього виявлення. Наведена систематизована класифікація методів пошуку несправності в об'єктах автоматизованого управління спеціального призначення, що дозволяє забезпечувати оперативне відновлення систем управління.

**Ключові слова:** метод пошуку несправності об'єкту, системі підтримки прийняття рішення, пошук дефектів, ремонт, автоматизована система управління спеціального призначення.

### Вступ

**Постановка проблеми й аналіз літератури.** В сучасних об'єктах автоматизованого управління спеціального призначення (АСУ СП) на сьогоднішній день недостатньо уваги приділяється автоматизації функціональної підсистеми управління усуненням несправностей, що дозволяє обслуговувати, локалізувати та усувати позаштатну роботу будь-якого елемента об'єкта.

Для рішення завдань, пов'язаних з пошуком виникаючих в об'єктах АСУ СП несправностей витрачається до 80 – 90% відведеного робочого часу обслуговуючого персоналу. Частина часу, що залишилася, витрачається на ухвалення рішення по усуненню несправності і пов'язана з рядом творчих актів по оцінці сформованої ситуації та вибору варіанта її рішення [1, 2]. Всі ці дії можуть бути виконані тільки високопідготованим фахівцем з досвідом експлуатації даного об'єкта й за умови відсутності або мінімальних зовнішніх факторів обурення.

**Мета статті.** Для скорочення часу пошуку несправності й безпомилкового її визначення зроблено аналіз методів пошуку несправностей з метою мож-

ливості їх формалізації й реалізації в системі підтримки прийняття рішення (СППР) управління усуненням несправностями на об'єкті АСУ СП.

**Постановка завдання.** Як відомо об'єкт АСУ СП є складним організаційно-технічним пристроєм. Умовно його можна представити у вигляді сукупності елементів, що представляють наступну множину:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}. \quad (1)$$

Під елементом  $x_p$ , що належить множині  $X$ , тобто  $x_i \in X$ , будемо розуміти елемент, пайку та т.ін. – все те, від чого залежить справність об'єкта.

Об'єкт АСУ СП можна представити у вигляді «чорного ящика», на входи якого надходять сигнали  $E_A$  й напруги живлення  $E_{II}$ , у результаті чого на його виходах формується інформація у вигляді зображення на робочих місцях, звуку, та т.ін.

Несправність об'єкта АСУ СП проявляється в перекручуванні вихідної інформації або її відсутності (при наявності вхідного сигналу та напруги живлення). Джерелом несправності можуть бути один або кілька елементів  $x_i$ , а також елементи  $x_p$ , що не входять у множину  $X$ , тобто  $x_p \notin X$ , але привнесені ззовні (пил, волога, краплі припою та т.ін.). Несправні

елементи об'єкта АСУ СП надалі будемо називати дефектними елементами та позначати  $x'_i$ .

Кожний елемент (деталь) множини  $X$  робить той або інший вплив на формування вихідних параметрів об'єкта АСУ СП (параметри відображення, що характеризують якість, роботу периферії, роботу програмного забезпечення та т.ін.).

Безліч вихідних параметрів об'єкта АСУ СП позначимо як  $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_r\}$ . Залежність між елементами об'єкта АСУ СП і його вихідними параметрами носить неоднозначний характер: більшість елементів впливає відразу на кілька параметрів, а самі параметри можуть залежати від багатьох елементів.

**Основна частина**

Від характеру дефекту багато в чому залежать особливості його пошуку. Тому важливо визначити, до якого типу відноситься даний дефект. У першу чергу необхідно з'ясувати, чи має взагалі місце несправність (нерідко просто неправильно встановлені органи управління). В [3] класифіковані дефекти, які виникають в АСУ СП. Така класифікація може прискорити пошук несправності та скоротити час, затрачений на ремонт об'єкта АСУ СП. Однак для усунення дефектів і відновлення працездатності об'єкта необхідно володіти методологією пошуку та усунення несправностей, що дозволяє істотно підвищити швидкість ремонту і його якість.

У найбільш загальному вигляді методика пошуку несправностей може бути представлена у вигляді, зображеному на рис. 1.

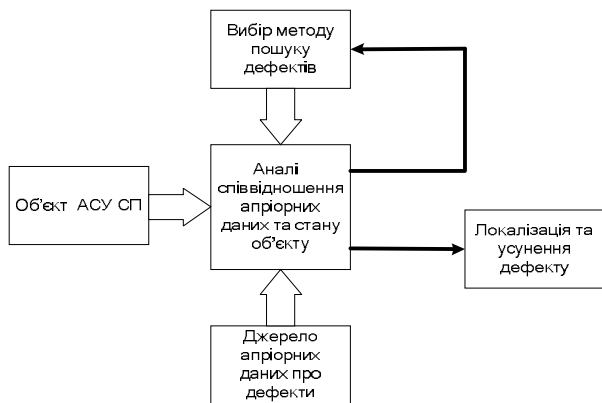


Рис. 1. Узагальнена методика пошуку несправностей

Методика дозволяє на основі інформації про поточний стан об'єкта АСУ СП і апріорних відомостей про причини та умови виникнення дефектів шляхом вибору методу пошуку несправності здійснити локалізацію та усунення дефектів. У випадку, якщо апріорна інформація про дефект мінімальна, методика дозволяє здійснити пошук шляхом перебору найбільш відомих і широко застосовуваних методів пошуку несправностей [4, 5]. Розглянемо ці методи більш детально.

Метод аналізу зовнішніх проявів (рис. 2).

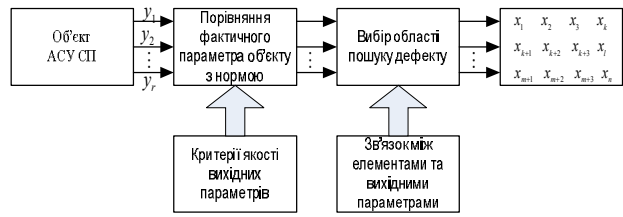


Рис. 2. Методика визначення області надходження дефекту  $X'$  методом зовнішніх проявів

Метод заснований на тому, що за характером відмінності вихідного параметра об'єкта  $y_r$  від норми вибирають із усієї множини елементів  $X$  підмножину  $X'$ , в якій можуть перебувати дефекти, що призводять до даного зовнішнього прояву  $X' \subset X$ . Надалі, використовуючи інші методи, здійснюється звуження області пошуку аж до точного визначення дефекту  $x'_i$ .

В окремому випадку область  $X'$  може складатися з одного елемента  $x'_i$ . Це відноситься до типових дефектів, коли завдяки практичному досвіду можна безпомилково виявити дефект за його зовнішнім проявом.

Тому що в загальному випадку немає однозначного зв'язку між елементами об'єкта  $x$  і його вихідними параметрами  $y$ , та немає однозначної залежності між дефектами і їхніми зовнішніми проявами. Визначити область знаходження дефекту  $X'$  можна за наступними етапами: аналіз якості вихідних параметрів об'єкта; опис зовнішнього прояву дефекту; формулювання фізичної сутності дефекту; складання висновку про можливі причини дефекту.

Метод *аналізу монтажу*. Метод аналізу монтажу (рис. 3) доцільно застосовувати у двох випадках: на ранніх етапах пошуку дефектів - при аварійному режимі; на пізніх етапах, коли за допомогою інших методів область знаходження дефекту  $X'$  уже визначена.

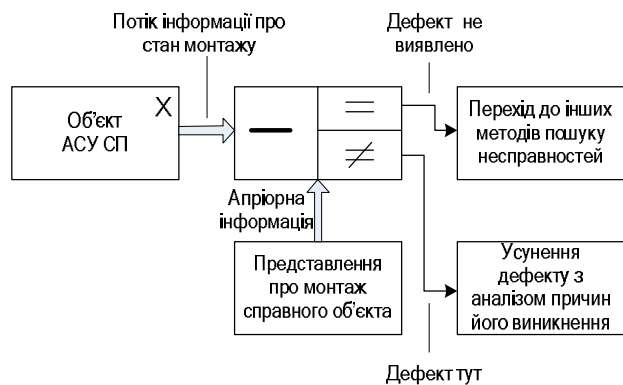


Рис. 3. Методика пошуку дефекту методом аналізу монтажу

Вихід елементів з ладу супроводжується порушенням їхньої внутрішньої структури, а часто й зміною зовнішнього вигляду: кольору, форми, розмірів, розташування в просторі, появою трісків, запахів та ін. Всі зміни монтажу можна розглядати як потік інформації від об'єкта до органів почуттів персоналу обслуговування. Цей потік інформації порівнюється з відомостями про монтаж справного пристрою об'єкта (рис. 3). На основі порівняння (—) виробляється судження про відповідність (=) або невідповідність ( $\neq$ ) монтажу нормі та залежно від цього вибирається подальший шлях пошуку несправності.

**Метод вимірів.** Суть методу вимірів полягає в тому, щоб за допомогою вимірювальних приладів знайти протиріччя в роботі пристрою й на основі цих протиріч відшукати дефектні елементи. При пошуку дефекту результати вимірів порівнюються з даними, наведеними на принципових схемах, в описах або ж отриманими за допомогою виміру аналогічних параметрів у справному пристрої об'єкта, якщо є така можливість (рис. 4).

**Метод «чорного ящика».** Багато складових елементів, що входять до складу пристроїв об'єкта, можуть бути представлені у вигляді багатополосників, що містять  $m$  входів і  $n$  виходів (рис. 5).

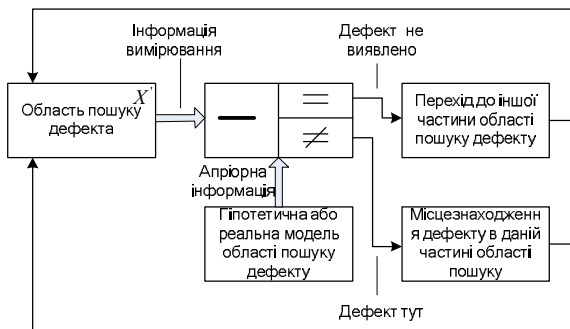


Рис. 4. Методика пошуку дефекту методом вимірювань

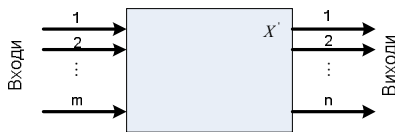


Рис. 5. Область  $X$  – "чорний ящик"

Не завжди обслуговуючому персоналу потрібно знати внутрішню будову такого багатополосника, а також роботу його складових частин. Йому важливо зробити висновок - справний або несправний даний багатополосник. У цьому випадку даний метод «чорного ящика» може бути сформульований у такий спосіб: якщо при повному наборі входних сигналів вихідні сигнали відрізняються від необхідних, то можна говорити про наявність дефекту в області  $X$ . Якщо ж вихідні сигнали в нормі - усередині області  $X$  дефекту немає.

**Метод заміни** (рис. 6).

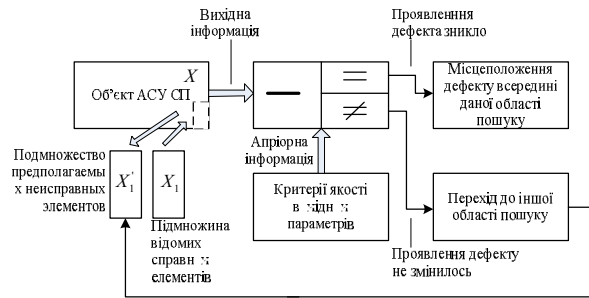


Рис. 6. Методика пошуку дефекту методом заміни

Метод заміни застосовують на середніх етапах виявлення дефекту для звуження знайденої іншими методами області  $X$  і на пізніх етапах для знаходження дефектного елемента  $x_1$ . Його суть полягає в тому, що якщо підмножину елементів  $X_1 \subset X$  несправного об'єкта замінити на аналогічну підмножину  $X_1$ , свідомо справних елементів і при цьому прояв дефекту зникає, то можна говорити про знаходження дефектного елемента  $x_1$  серед елементів підмножини  $X_1$ .

**Метод виключення** (рис. 7). Елементи, що входять у множині  $X$  не є рівноцінними за своєю значимістю, тому що виконують різні функції в роботі об'єкта. Умовно їх можна розділити на дві групи: основні елементи, що формують вихідні параметри об'єкта (блоку, модуля, каскаду) і допоміжні елементи, що поліпшують ці параметри.

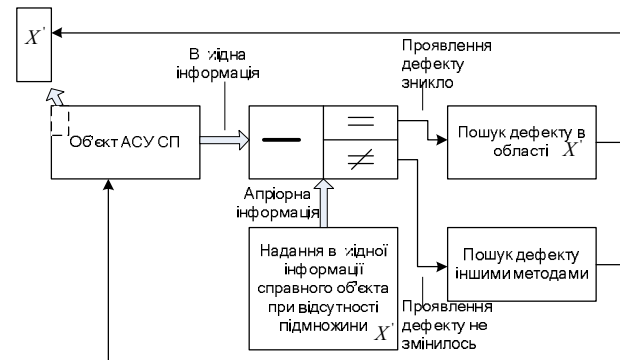


Рис. 7. Методика пошуку дефекту методом виключення

Логіка роботи методу полягає в наступному: коли несправний об'єкт (блок, модуль, каскад) після виключення допоміжних елементів запрацював, то виходить, дефектний елемент  $x_1$  перебуває в області допоміжних елементів  $X$ , а якщо не запрацював, то дефект серед основних елементів (рис. 7). Даний метод застосовують на середніх і пізніх етапах пошуку несправності.

**Метод впливу** (рис. 8). Метод заснований на впливі обслуговуючого персоналу на різні ділянки схеми об'єкта.

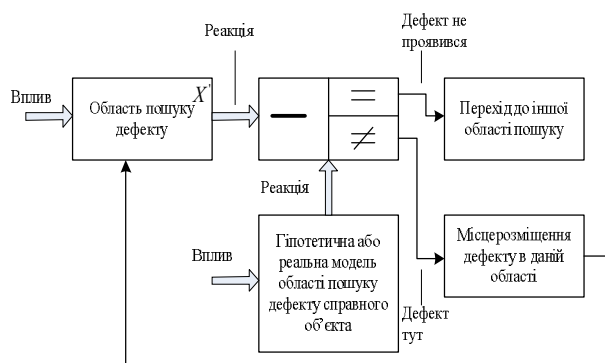


Рис. 8. Методика пошуку дефекту методом впливу

Реакція пристрою об'єкта на ці дії є додатковою інформацією про знаходження дефекту.

На основі результатів, отриманих іншими методами, вибирається область впливу  $X'$ , у якій приблизно перебуває дефект  $x'_i$ . Вибирається спосіб впливу, основними вимогами до якого є простота реалізації, оперативність, швидкість виконання, знання реакції об'єкта на даний вплив, безпеку для персоналу, можливість повторення, виключення можливості внесення в пристрій додаткових дефектів.

Далі розглядаються ті або інші впливи, після чого визначається, яка (і чи безпечною) буде реакція на зазначений вплив на який і здійснюється вплив. По реакції об'єкта й порівнянні її з реакцією, що передбачалася, робиться висновок про наявність або відсутність дефекту в обраній області.

**Метод електропрогону.** При електропрогоні проявляються дефекти, які складно відшукати іншими методами - такі, як дефекти внутрішньої структури елементів, дефекти, пов'язані із взаємним замиканням близько розташованих елементів внаслідок їхнього лінійного розширення при нагріванні. При даному методі потрібно встигнути «піймати дефект» будь-яким із розглянутих способів, а також, щоб перевірити якість зробленого ремонту.

**Метод простукування.** Суть методу полягає у виявленні схильності параметрів об'єкта механічним впливам і визначення несправного елемента.

#### ОБОБЩЕННАЯ МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ОБЪЕКТАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.М. Усачев, В.Н. Руденко, О.А. Дробот

*В статье проведен анализ существующих подходов к выявлению отказавших элементов на объектах автоматизированной системы управления специального назначения. Также описана обобщенная методика их выявления и приведена систематизированная классификация методов поиска неисправности в объектах автоматизированного управления специального назначения, что позволяет обеспечивать оперативное восстановление системы.*

**Ключевые слова:** метод поиска неисправности объекта, система поддержки принятия решения, поиск дефекта, ремонт, автоматизированная система управления специального назначения.

#### GENERALISED METHODS REVEALING FAULTS AUTOMATED CONTROL SYSTEM THE SPECIAL PURPOSE OBJECT

A.M. Usachev, V.N. Rudenko, O.A. Drobot

*In article is organized analysis existing approach to discovery refused element on object, automated control system the special purpose. Also described generalized methods their discovery and is brought systematized categorization the methods searching for the fault in object of automatic control the special purpose that allows to provide operative formation system.*

**Keyword:** method searching for fault of the object, system of support decision making, searching for defects, repair, automated control system the special purpose.

#### ВИСНОВКИ

У практиці ремонту обслуговуючий персонал використовує описані вище методи не тільки в «чистому вигляді», але і їх найрізноманітніші варіанти. Однак недостатність досвіду проведення подібних операцій ремонту, відсутність бази даних про «хвороби» конкретного зразка техніки, знаходження в стресовому стані через ведення бойових дій, відсутність часу на підготовчі роботи з локалізації несправностей приводить до збільшення часу усунення несправності. Тому стає явно необхідним введення СППР управління усуненням несправностей на об'єкті АСУ СП, що дозволить:

- використовувати досвід попередніх ремонтів у незалежності від того, ким до цього експлуатований об'єкт;
- використовувати базу знань стандартних несправностей;
- виконувати швидкий пошук різного роду довідки по документації об'єкта;
- використовувати алгоритми пошуку несправностей на основі експертних оцінок з використанням розглянутих методів.

#### Список літератури

1. Смирнов Б.А. *Инженерная психология: Экономические проблемы* / Б.А. Смирнов, Б.А. Душков. – М.: Экономика, 1983. – 224 с.
2. *Справочник по инженерной психологии* / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.
3. Усачов О.М. *Класифікація дефектів виникаючих в об'єкті АСУ СП* / О.М. Усачов, В.М. Руденко, О.А. Дробот // *Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал*. – Х.: ХУ ПС, 2009. – № 2'18. – С. 127-130.
4. Иванов С.И. *Основы технической эксплуатации АСУ* / С.И. Иванов. – Х.: ХВУ, 1995. – 243 с.
5. *Основы технической эксплуатации АСУ* / С.Г. Иванов, Л.С. Иванов, В.М. Руденко, С.Г. Шило. – Х.: ХУ ПС, 2007. – 308 с.

Поступила в редакцію 18.06.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.І. Лосев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.