

УДК 621.396

М.В. Михальчук

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ КОМПЛЕКСІВ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Модернізація та створення нових комплексів засобів автоматизації, потребують розробки програм діагностики технічного стану. Це допомагає реагувати на відмови апаратури, що можуть виникнути та усувати їх. Сучасні комплекси засобів автоматизації, які знаходяться на озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України не володіють програмами діагностики високого рівня. Для усунення проблем щодо пошуку та виявлення відмов, а також видачі рекомендацій щодо виявлення несправності пропонується експертна система технічної діагностики. Її основу складає комплексний контроль-розрахунковий метод оцінки технічного стану комплексів засобів автоматизації. Описані етапи процесу діагностування. Розроблена модель порівняння інформаційно-діагностичних моделей поточного та еталонного станів елементів комплексу. Визначені умови використання методу, його переваги.

**Ключові слова:** експертна система, технічна діагностика, комплекси засобів автоматизації, контроль-розрахунковий метод, параметр, технічний стан, діагностична модель, система контролю.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Комплекси засобів автоматизації (КЗА) - від виробів в цілому і до їх елементів – відносяться до складних технічних об'єктів. Їх технічний стан змінюється у ході застосування і потребує різних експлуатаційних рішень. Тому особа, яка експлуатує КЗА, має розуміти, в якому поточному технічному стані він знаходиться, та що робити при виявленні тієї чи іншої несправності.

У ході проведеного аналізу виявлено, що в КЗА, які знаходяться на озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України, завдання виявлення поточного технічного стану реалізується не повністю. Завдання підтримки прийняття рішень щодо конкретного елемента КЗА в автоматизованому режимі не реалізується взагалі.

**Аналіз літератури.** У роботі [1] визначені основні питання щодо теоретичних основ технічної діагностики. У роботах [2 – 5] проаналізовано програмну складову існуючого КЗА, наведені класифікація та опис програм. У роботі [6] наведена структура існуючих експертних систем та її складових, особливості застосування їх в різних предметних областях.

**Мета статті:** розробка експертної системи технічної діагностики на основі комплексного контроль-розрахункового методу оцінки поточного стану КЗА.

### Основний матеріал

Одним із шляхів вирішення проблем визначення поточного технічного стану і оперативного прийняття рішення є розробка нових комплексних розрахунково-інформаційних методів з глибиною діаг-

ностування до конструктивного вузла. Дані методи реалізуються у середовищі експертних систем технічної діагностики (ЕСТД).

Пропонується застосувати новий універсальний комплексний контроль-розрахунковий (ККР) метод оперативної оцінки поточного технічного стану КЗА.

Особливостями реалізації даного методу на кожному з чотирьох умовних етапів процесу діагностування КЗА є (рис. 1):

Перший етап (1) – формування бази поточних даних елемента КЗА у вигляді сукупності  $\{P_{isum}\}$ , вимірних і зареєстрованих штатною системою контролю і діагностування параметрів; подання сукупності вимірних параметрів  $\{P_{isum\ ceregy}\}$  на вхід бази знань ЕСТД КЗА.

Другий етап (2) – розширення поточної інформаційно-діагностичної бази елемента КЗА шляхом реалізації спеціального розрахункового алгоритму багатопараметричної інформаційно-діагностичної моделі робочого процесу і формування сукупності  $\{P_{ip}\}$  розрахункових параметрів, які характеризують поточний технічний стан як КЗА у цілому, так і його елементів; подання сукупності  $\{P_{ip}\}$  на вхід блоку порівняння значень параметрів в базі знань ЕСТД;

Третій етап (3) включає такі складові: визначення виду поточного технічного стану елемента КЗА за рахунок порівняння поточної сукупності  $\{P_{ip}\}$  значень параметрів з еталонною сукупністю  $\{P_{io}\}$  тих самих параметрів, які були виміряні на початку експлуатації КЗА, характеризують його справний технічний стан і зберігаються в архівному блоці бази знань ЕСТД; визначення сукупності відхилень:

$$\{\delta P_i\} = \{P_{ip}\} / \{P_{io}\}, \quad (1)$$

які характеризують наявність чи відсутність існуючих відхилень параметрів; застосування спеціальних вирішальних правил, визначаються як загальний технічний діагноз даного КЗА, так і його оцінку на глибших рівнях (до конструктивного вузла / елемента); подання результатів оцінки поточного технічного діагнозу на вхід блоку експлуатаційних рішень бази знань ЕСТД;

Четвертий етап (4) – визначення експлуатаційного рішення і технологічних рекомендацій особам, які експлуатують та обслуговують даний зразок техніки, за результатами оцінки поточного технічного діагнозу шляхом показу спеціального інформаційного повідомлення і набору технологічних операцій, які заздалегідь розроблені для кожного можливого варіанту технічного стану КЗА і зберігаються у бази знань ЕСТД.

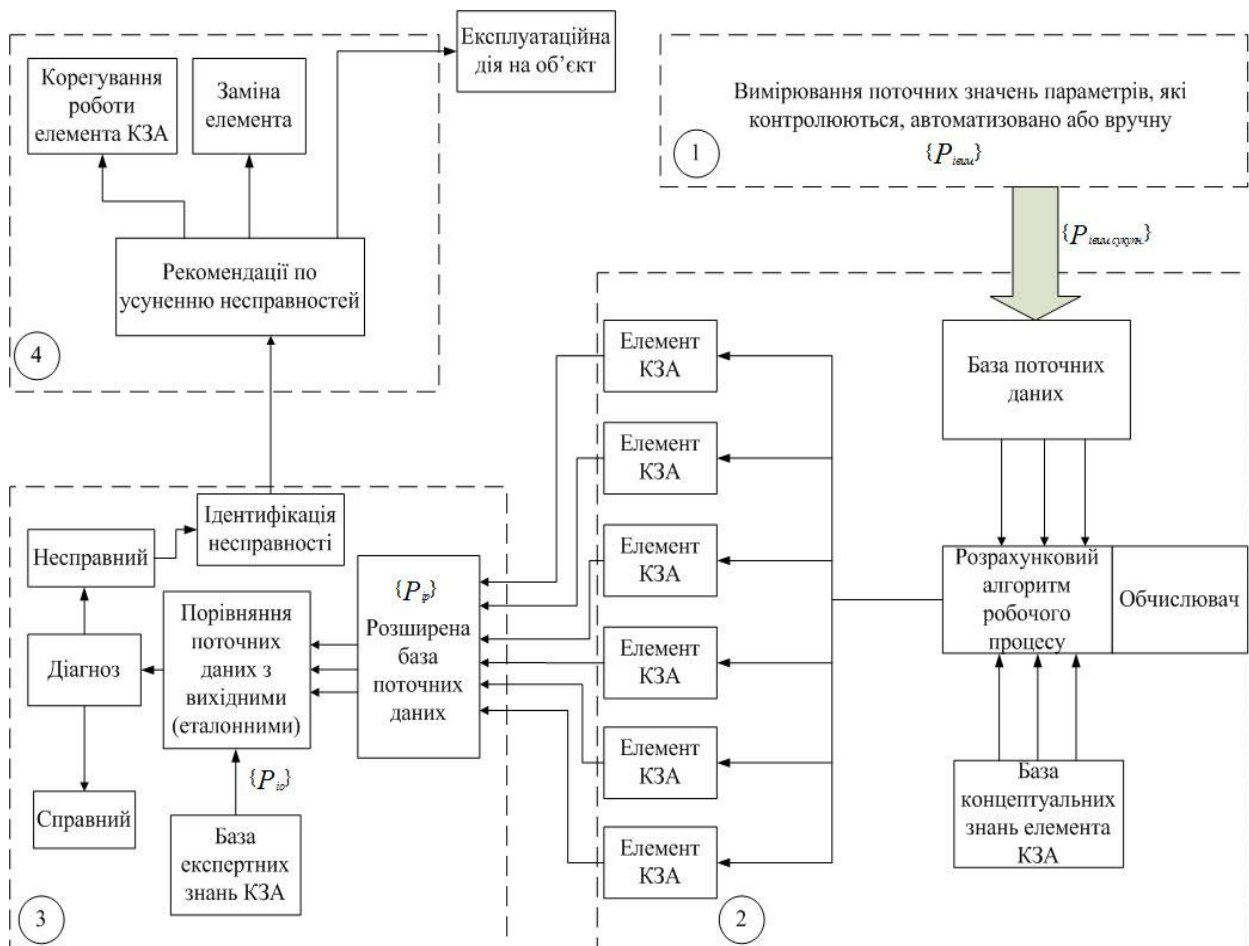


Рис. 1. Модель реалізації

комплексного контрольно-розрахункового методу діагностування КЗА

Таким чином ефективність даного методу у порівнянні з існуючими полягає в об'єднанні сучасних інформаційних технологій у вигляді сформованої бази знань, спеціальних розрахункових алгоритмів, вирішувальних правил і їх програмного забезпечення, які реалізуються у середовищі ЕСТД КЗА. Сукупність цих переваг забезпечує оперативність оцінки виду поточного технічного стану, підтримку прийняття обслуговуючим персоналом рішення і мінімальні людські витрати на технологію діагностування КЗА на рівнях конструктивного вузла / елемента. Одним із основних відмінностей ККР методу від існуючих є застосування методу порівняння інформаційно-діагностичної моделі робочого процесу

КЗА, який знаходиться в справному (еталонному) технічному стані, з інформаційно-діагностичною моделлю робочого процесу цього ж об'єкту, який знаходиться у поточному технічному стані (рис. 2).

Це дає можливість комплексно і більш глибоко, ніж на сьогоднішній день, контролювати і оцінювати зміни технічного стану вузлів КЗА без їх конструктивного доопрацювання в умовах реальної експлуатації.

Аналітична структура моделі умовного порівняння інформаційно-діагностичної моделі поточного і еталонного технічного стану має такий вигляд:

$$\delta Z_j(t_i) = Z_j(t_i) / Z_0(t_0) = \delta \varphi_j [\delta x_i + \delta y_i + u_{\Sigma} ] (2)$$

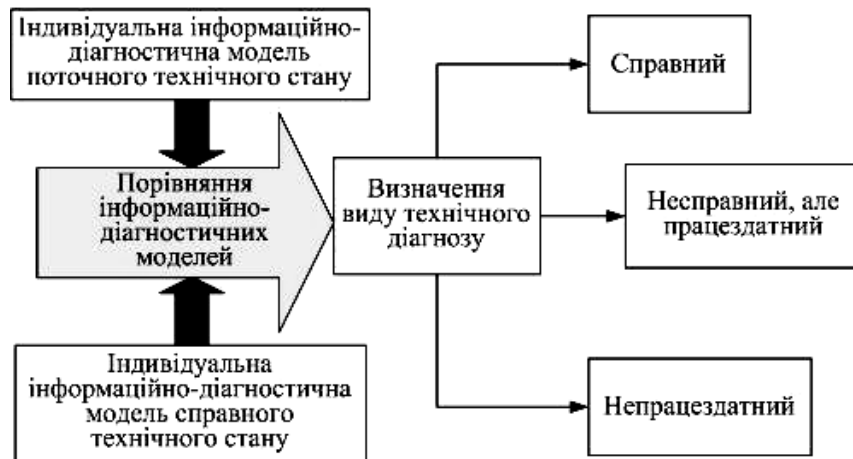


Рис. 2. Модель застосування методу порівняння інформаційно-діагностичних моделей робочого процесу КЗА

де  $Z_j(t_i)$  – індивідуальна інформаційно-діагностична модель поточного технічного стану;

$Z_0(t_0)$  – індивідуальна інформаційно-діагностична модель справного технічного стану;  $\delta x_i$ ,  $\delta y_i$  – відповідно відносні відхилення поточних значень вимірних і розрахованих параметрів, які контролюються у КЗА від їх початкових значень, що відповідають справному технічному стану виробу;

$\sigma_{\Sigma}$  – сумарна погрішність виміру (розрахунку)  $i$ -тих параметрів інформаційно-діагностичної моделі.

Виходячи з суті запропонованої моделі реалізації ККР методу поточного контролю та оцінки технічного стану КЗА, пропонується функціонально-аналітична (рис. 3) і структурно-інформаційна моделі ЕСТД (рис. 4), які пояснюють процеси взаємодії бази знань і функціонування ЕСТД в процесі діагностування КЗА.

При цьому прикладна модель ЕСТД КЗА має задовольняти такі аналітичні співвідношення її технічних станів :

- аналітична інформаційно-діагностична модель робочого процесу КЗА для справного (еталонного) технічного стану:

$$Z_0(t_0) = f(\{X_i = Y_{i\text{нн}}; t_0\}); \quad (3)$$

- аналітична інформаційно-діагностична модель робочого процесу КЗА для несправного технічного стану:

$$Z_{si}(t_i) = f(\{X_i \geq Y_{\text{max}}; t_i\}) \quad (4)$$

чи

$$Z_{si}(t_i) = f(\{X_i \leq Y_{\text{min}}; t_i\});$$

- аналітична інформаційно-діагностична модель робочого процесу КЗА для поточного технічного стану:

$$Z_j(t_i) = f(X_j = Y_j; t_i) \in \{Z_0(t_0) \hat{=} Z_{si}(t_i)\}. \quad (5)$$

Граничні умови:

- множина не справних технічних станів має бути кінцевою;
- множина окремих експлуатаційних несправностей має бути кінцевою;
- повинна забезпечуватись повна сумісність ЕСТД з штатною системою контролю і діагностування;
- значення параметрів, які контролюються і діагностичних ознак елементів КЗА змінюються за час їхнього напрацювання безперервно.

Умови практичного використання ККР методу:

- визначення конкретних типів КЗА, які потребують оперативного діагностування і автоматизовану підтримку прийняття рішення в умовах експлуатації;
- наявність теоретичних і практичних основ побудови експертної системи технічної діагностики;
- наявність відповідного колективу розробників (експертів, когнітологів, системних програмістів);
- належна фінансова підтримка проекту, який розробляється;
- реалізація прикладних методик синтезу адекватних багато параметричних інформаційно-діагностичних моделей робочих процесів КЗА;
- використання спеціальних методів оперативної ідентифікації виду поточного технічного стану окремих елементів об'єкта діагностування без їх демонтажу;
- застосування сучасного програмного забезпечення для моделювання середовищ баз знань автоматизованих систем;
- використання найновіших інструментальних засобів обробки і відображення різних видів інформації.

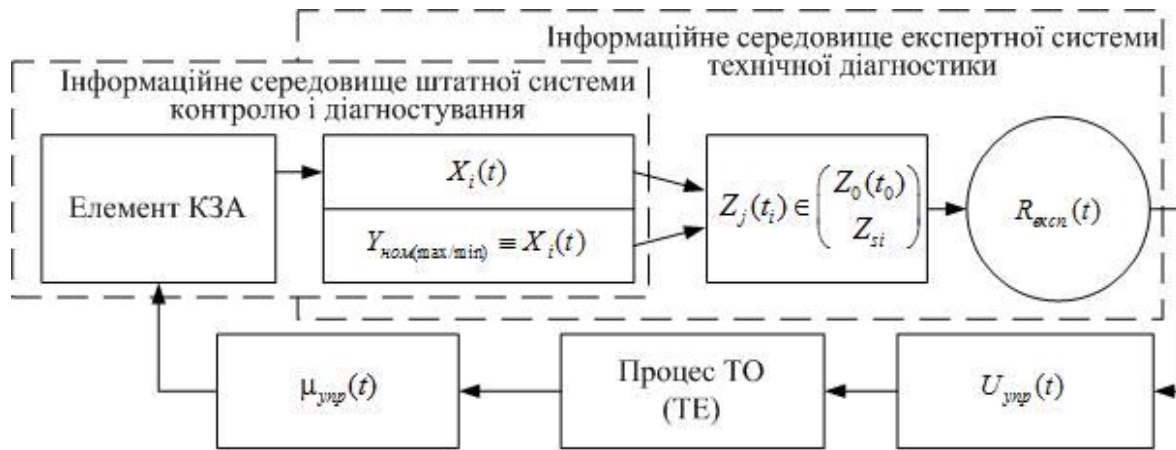


Рис. 3. Функціонально-аналітична модель реалізації ЕСТД

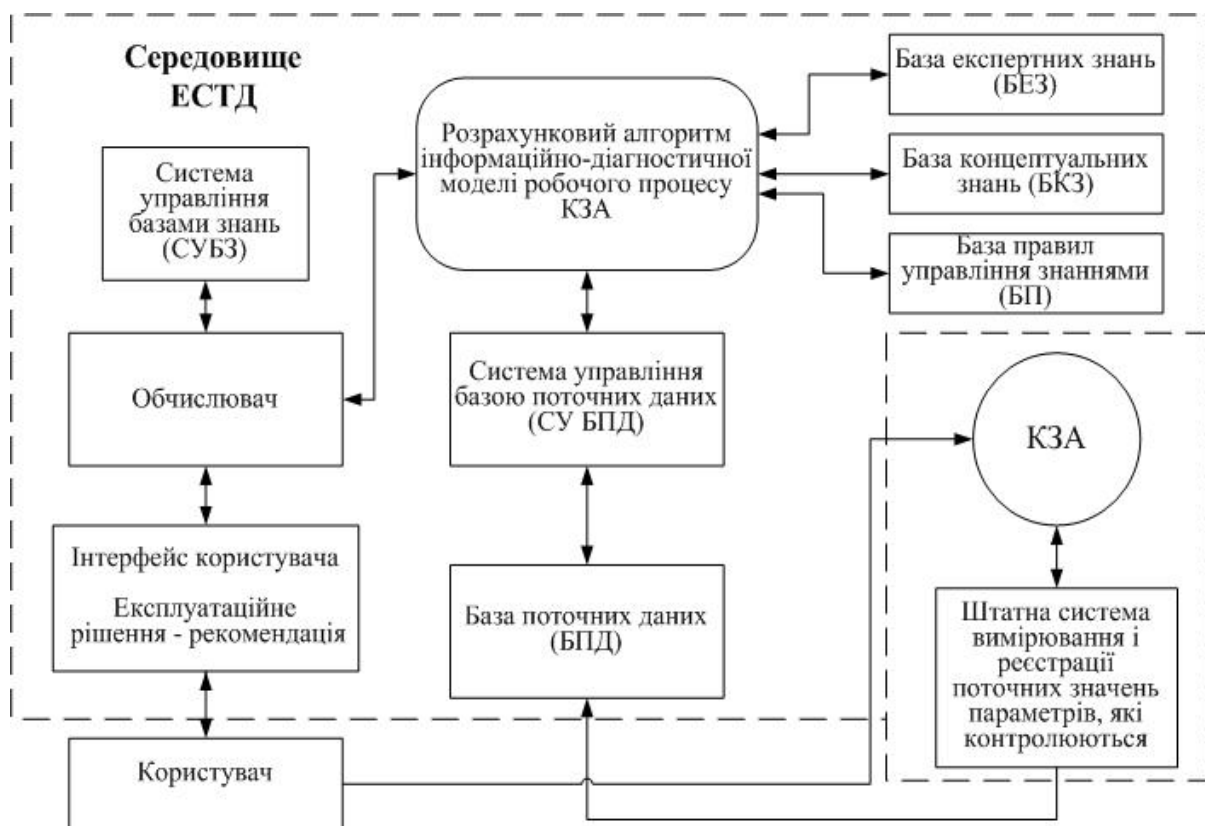


Рис. 4. Структурно-інформаційна модель ЕСТД

### Висновки

Перевагами розглянутого ККР методу діагностування КЗА з застосуванням засобів автоматизованих систем підтримки прийняття рішення є:

- універсальність застосування методу для різних елементів комплексів засобів автоматизації;
- оперативність визначення оцінки поточного технічного стану кожного окремого елемента КЗА без його демонтажу;
- забезпечення діагностування типових елементів

КЗА на поглиблених рівнях (до конструктивного вузла / елемента);

- підвищення рівня параметричної інформативності та експлуатаційної технології без суттєвих конструктивних доопрацювань;

- значне підвищення рівнів автоматизації та інформаційного забезпечення процесів діагностування КЗА;

- практичне забезпечення можливості реалізації стратегії експлуатації елементів КЗА по технічному стану з контролем параметрів.

## Список літератури

1. Основы технической эксплуатации АСУ. Навчальний посібник / С.Г. Иванов, В.М. Руденко, С.Г. Шило; за загальною ред. С.Г. Иванова. – Х.: ХУПС, 2007. – 308 с.
2. Э – 501м ЭП.620.178 Техническое описание комплекс программ АТ ЭП. 30030 – 1 ТО
3. Э – 501м ЭП.620.178 Группа программ Т техническое описание ЭП. 40187 – 1 ТО
4. Э – 501м ЭП.620.178 Группа программ US техническое описание ЭП. 40185 – 1 ТО

5. Э – 501М Инструкция по эксплуатации Часть 2 Проверка технического состояния ЭП.620.178 ИЭ1, 1975. – 296 с.

6. Бондарев В.Н. Искусственный интеллект: Учебное пособие для вузов / В.Н. Бондарев, Ф.Г. Аде. – Севастополь: СевНТУ, 2002. – 615 с.

Надійшла до редколегії 4.03.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. М.А. Павленко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОМПЛЕКСОВ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

М.В. Михальчук

*Модернизация и создание новых комплексов средств автоматизации, требуют разработки программ диагностики технического состояния. Это помогает реагировать на отказы аппаратуры, которые могут возникнуть. Современные комплексы средств автоматизации, которые находятся на вооружении Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины не владеют программами диагностики высокого уровня. Для устранения проблем по поиску и обнаружению отказов, а также выдачи рекомендаций по выявлению неисправности предлагается экспертная система технической диагностики. Её основу составляет комплексный контрольно - расчетный метод оценки технического состояния комплексов средств автоматизации. Описаны этапы процесса диагностирования. Разработанная модель сравнения информации - диагностических моделей текущего и эталонного состояний элементов комплекса.*

**Ключевые слова:** экспертная система, техническая диагностика, комплексы средств автоматизации, контрольно - расчетный метод, параметр, техническое состояние, диагностическая модель, система контроля.

### DIAGNOSIS EXPERT SYSTEM DESIGN FOR THE CURRENT STATE TECHNICAL ELEMENTS AUTOMATED

M. V. Mykhalchuk

*Modernization and development of new systems of automation need to develop applications diagnostics of technical state. This helps to respond to equipment failure that may occur and prevent them. Modern systems of automation devices that are in service with the Air Forces of Ukraine do not possess a high level of diagnostic applications. To resolve the problems of finding and identifying failures and issuing recommendations on the failure detection is proposed expert system technical diagnostics. Its basis is a complex control and calculation method technical evaluation of systems of automation. We describe the stages of the process of diagnosing. The developed model comparison information and diagnostic models of the current and reference states of the elements of the complex. Conditions of use of the method and its advantages.*

**Keywords:** expert system, technical diagnostics, systems of automation, control and calculation method, setting technical condition, the diagnostic model control system.