

УДК 681.518

**П.А. Шкуліпа,**  
кандидат технічних наук,  
**М.К. Жердев,**  
доктор технічних наук, професор,  
**С.В. Ленков,**  
доктор технічних наук, професор,  
**Ю.О. Гунченко,**  
кандидат технічних наук

## ШЛЯХИ І МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОНОМНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*У статті досліджуються шляхи і методи розробки інформаційних технологій для побудови автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів радіоелектронної техніки. Визначаються основні напрями удосконалення систем технічного діагностування.*

**Ключові слова:** автоматизовані системи технічного діагностування, інформаційні технології, метод.

*В статье исследуются пути и методы разработки информационных технологий для построения автоматизированных систем технического диагностирования объектов радиоэлектронной техники. Определяются основные направления совершенствования автоматизированных систем технического диагностирования.*

**Ключевые слова:** автоматизированные системы технического диагностирования, информационные технологии, метод.

*Ways and methods of the development of information technologies for the construction of the automated technical diagnosis systems of radio-electronic objects are investigated. Basic directions of the improvement of the automated technical diagnosis systems are defined.*

**Keywords:** automated technical diagnosis systems, information technologies, method.

Сучасні об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) – це складні технічні системи, що являються об'єднанням модулів різного фізичного виконання й призначення. Системи, які з'явилися спочатку в авіабудуванні й космонавтиці, знайшли широке застосування практично у всіх сферах життя людини.

Однією з основних вимог, які висуваються до об'єктів РЕТ на етапі експлуатації, є забезпечення їх високої надійності [1]. Надійність об'єктів РЕТ залежить від багатьох показників, серед яких визначальними є середній наробіток до відмови та середня тривалість відновлення. Складовою частиною тривалості відновлення є час контролю технічного стану і час локалізації несправності з

точністю до нерозбірного елемента радіоелектронного пристрою. Вирішення цих задач покладено на засоби технічної діагностики об'єктів РЕТ, зокрема на вбудовані системи контролю й діагностики (ВСКД): Вбудовані системи контролю й діагностики використовуються не тільки в авіації і сучасних зразках техніки й озброєння, але і в сучасній радіоелектронних пристроях. *Забезпечення заданих параметрів* ВСКД, є складною науково-технічною задачею, що зумовлено цілою низкою чинників. Особливо слід відзначити складність оцінки показників охоплення ВСКД устаткування об'єктів РЕТ. Це пов'язано не тільки з використанням різними розробниками різних методик для оцінки устаткування, але і різною природою модулів (електричної, механічної, електронної і т.д.). Окрім цього, часто відсутня інформація про складність модулів, а задача порівняльної оцінки модулів з різною природою або комбінованих є недостатньо вивченою. Крім того, використання ВСКД призводить у цілій низці випадків до неможливості обслуговуючого персоналу отримати доступ до ряду систем без наявності спеціального устаткування.

Вирішити визначену науково-технічну задачу можна завдяки останнім досягненням у сфері мікроелектроніки та інформаційних технологій (ІТ). Для сучасних *об'єктів* РЕТ передбачається розробка і використання ефективних автономних автоматизованих систем технічного діагностування (АА СТД) цих об'єктів. Проте на сьогодні немає єдиних підходів до створення таких систем. Крім того, не в повній мірі розроблені принципи отримання діагностичної інформації для автономних автоматизованих систем технічного діагностування *об'єктів* РЕТ.

У статті обґрунтовуються основні принципи, на яких будуть будуватися автономні автоматизовані системи технічного діагностування *об'єктів* РЕТ. За основу пропонуються енергодинамічний і електромагнітний методи діагностування, які використовують сигнали у ланцюгах живлення й "антенах" аналогових і цифрових елементів для контролю їх технічного стану та локалізації дефектів. Ці методи дають можливість проводити діагностування несправностей аналогових і цифрових пристроїв на єдиній методологічній і технічній базі.

Забезпечення заданих експлуатаційно-технічних характеристик РЕТ засобами діагностування представляє собою єдиний процес, який охоплює всі основні етапи їх життя: проектування, виробництво і експлуатацію, а саме:

- при розробці РЕТ надається можливість забезпечити його АА СТД, який повинен відповідати висунутим вимогам;
- при проектуванні встановлюється теоретична, а в процесі виготовлення і випробувань – фактична відповідність параметрів АА СТД заданим вимогам;
- після виготовлення параметри АА СТД підтримуються правильною організацією експлуатації.

Отже, забезпечення заданих параметрів АА СТД – це комплексна науково-технічна задача, що охоплює широке коло гносеологічних, наукових (математичних, фізико-хімічних, біологічних), інженерних (проектно-конструкторських, виробничо-технологічних, експлуатаційних) і економічних аспектів. Вирішення цього завдання пов'язане з реалізацією численних організаційних і технічних, а часто і фундаментальних наукових досліджень, які вимагають значних затрат часу і коштів, а також стосується різних галузей науки і техніки.

Аналіз існуючих та перспективних автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ виявив основні недоліки, які їм властиві (рис. 1).



Рис. 1. Недоліки існуючих АА СТД об'єктів РЕТ

Проведемо більш детальний аналіз цих недоліків.

Перший недолік визначається тим, що однією з основних вимог до АА СТД є забезпечення можливості контролю максимально можливої кількості типів складових частин об'єктів РЕТ за умови забезпечення заданої достовірності проведення діагностування за припустимий час. Проведення діагностування наявних аналогових, аналогово-цифрових, цифрових функціональних елементів і пристроїв або типових елементів заміни (ТЕЗ) існуючими методами пов'язано із застосуванням великої кількості вимірювальних приладів, виміром різних діагностичних параметрів у багатьох контрольних точках і низькою ефективністю застосування сучасних інформаційних технологій. При цьому не забезпечується необхідна точність, швидкодія і вартість діагностування. Це викликає необхідність розробки нових методів контролю із застосуванням інформаційних технологій, які дозволили б забезпечити необхідну достовірність діагностування при зменшенні числа діагностичних параметрів і контрольних точок, автоматизації виміру цих параметрів, використання універсального вимірювального приладу.

Другий недолік зумовлений наявністю в експлуатації об'єктів РЕТ, які були спроектовані та виготовлені в 70-х і 80-х роках, а в деяких випадках і в 60-х роках ХІХ століття, що призводить до невідповідності можливостей СТД цих об'єктів РЕТ сучасним вимогам.

Третій недолік визначається тим, що наразі відсутня закінчена наукова теорія технічної експлуатації складних систем, а також розроблених на її основі універсальних інженерних методик вибору і обґрунтування оптимальних структур, режимів і організації системи технічного обслуговування і ремонту об'єктів РЕТ різного цільового призначення. Тому АА СТД, які реалізуються в об'єктах РЕТ, будуються за різними принципами, використовують різні методи та засоби проведення діагностування. Це призводить до того, що ефективність існуючих АА СТД об'єктів РЕТ не відповідає сучасним вимогам.

Четвертий недолік викликаний тим, що питанням забезпечення високої ремонтпридатності об'єктів РЕТ приділяється недостатня увага, особливо тим,

які виконані на основі великих інтегральних схем (ВІС) і надвеликих інтегральних схем (НВІС). Тому на сьогодні відсутня науково обґрунтована система відновлення і ремонту об'єктів РЕТ, яка враховує їх структуру, склад, призначення, особливості експлуатації.

П'ятий недолік зумовлений відсутністю, а також недостатньою розробкою і реалізацією нових ефективних методів, алгоритмів і засобів автоматизованого і автоматичного діагностування та пошуку елементів об'єкта РЕТ, які відмовили, тобто автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ.

Ці недоліки призводять до того, що автономні автоматизовані системи технічного діагностування об'єктів РЕТ, побудовані на основі наявних методів і методик, є малоефективними і не відповідають сучасним вимогам. Тому при експлуатації наявних і створенні нових перспективних об'єктів РЕТ необхідно визначити шляхи і методи усунення цих недоліків.

Об'єкти РЕТ, для контролю яких призначена АА СТД, складаються з широкого кола різноманітних радіоелектронних пристроїв, які побудовані за різними принципами та технологіями. Тому першим ефективним шляхом досягнення заданих характеристик АА СТД є забезпечення єдиних підходів до отримання та обробки діагностичної інформації про технічний стан (ТС) різних типів аналогових і цифрових пристроїв. Другий ефективний шлях забезпечення характеристик АА СТД – це вдосконалення принципів організації і структури АА СТД в процесі експлуатації. Теоретичному дослідженню питань отримання та обробки діагностичної інформації для АА СТД РЕТ присвячено багато робіт, у яких розглянуто теоретичні основи організації та структури АА СТД систем різного призначення. Менше досліджено питання отримання діагностичної інформації для різних типів аналогових і цифрових пристроїв. Проте ці питання повністю визначають контролепридатність об'єктів РЕТ під якою відповідно до [2] розумітимемо пристосованість об'єкта до діагностування і здатність АА СТД до оперативного виявлення відмов. Водночас забезпечення контролепридатності апаратури при конструюванні і експлуатації за рахунок побудови оптимальної структури АА СТД і організації її роботи призводить не тільки до скорочення простоїв, але і істотно підвищує ефективність РЕТ. Саме тому дослідження питань отримання та обробки діагностичної інформації повинно проводитися спільно з вивченням різних способів побудови АА СТД і підвищення контролепридатності РЕТ.

Таким чином, можна зробити висновок про необхідність застосування системного підходу до забезпечення заданих параметрів автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ. Такий підхід означає практичну реалізацію загального діалектичного методу пізнання щодо вивчення складних технічних об'єктів. Системний підхід в широкому сенсі – це комплексний взаємозв'язаний розгляд всіх сторін і аспектів, етапів і напрямів при рішенні різних задач практики, що володіють високим ступенем складності, невизначеності, багатоваріантності і цілісності [1, 3].

З точки зору методів отримання та обробки діагностичної інформації для АА СТД РЕТ, реалізація системного підходу означає комплексне використання математичних моделей і тестів діагностування, вивчення загальних і часткових властивостей різних видів АА СТД для отримання та обробки діагностичної інформації про стан різних типів аналогових і цифрових пристроїв.

Основні принципи системного підходу при рішенні поставленої задачі із забезпечення заданих параметрів для автономних автоматизованих систем технічного діагностування в РЕТ можна сформулювати так [4]:

1. Принцип системного підходу. Цей принцип дає змогу розглядати АА СТД у комплексі з РЕТ, що дозволяє забезпечити максимум показника ефективності її експлуатації.

2. Принцип універсальності. Він передбачає можливість отримання та обробки діагностичної інформації для різних типів схем (аналогових, аналогово-цифрових і цифрових) з визначеними часом і періодом контролю і приведення інформації про їх технічний стан до одного вигляду.

3. Принцип ієрархічності. Він визначає порядок отримання та обробки діагностичної інформації від загальних систем до окремих пристроїв та елементів у залежності від структури РЕТ та методів побудови АА СТД.

4. Принцип неперервного розвитку системи. Він передбачає можливість швидкої заміни алгоритмів роботи, постійного поповнення баз даних АА СТД, а також введення нових критеріїв при прийнятті рішень.

5. Принцип адаптивності. Він передбачає можливість змінювати структуру АА СТД у визначених межах при їх реалізації у різних РЕТ.

6. Принцип забезпечення взаємного узгодження основних характеристик автономних автоматизованих систем технічного діагностування з показниками надійності РЕТ, у яких ці АА СТД застосовуються. Він означає, що вимоги, які висуваються до автономних автоматизованих систем технічного діагностування, обґрунтовуються з огляду на забезпечення заданого рівня надійності РЕТ в цілому.

7. Принцип пропорційно-послідовного рішення всього комплексу взаємозалежних задач, що входять у дослідження. Принцип передбачає рішення задач у строго визначеній логічній послідовності. При цьому більша увага приділяється найбільш важливим і найменш дослідженим питанням.

8. Принцип забезпечення цілісності щодо окремих етапів і задач. Дослідження, які проводяться на різних етапах (вивчення властивостей аналогових і цифрових схем, спільний їх розгляд, дослідження методів отримання та обробки діагностичної інформації, експериментальна перевірка й практичне впровадження основних наукових результатів), підпорядковані єдиній меті. Отримані на окремих етапах результати, відіграючи підпорядковану роль із погляду досягнення загальної мети, разом з тим можуть становити й самостійний інтерес і впливати на процес дослідження.

9. Принцип зважених зусиль. Він передбачає раціональний (оптимальний) розподіл зусиль (обмежених засобів) між методами отримання та обробки діагностичної інформації про ТС аналогових і цифрових пристроїв відповідно до реальних умов і допусків, за яких вирішуються завдання.

Як відомо, процес пізнання нової якості складного явища (інтеграція) нерозривно переплітається з процесом диференціації (декомпозиції), вивчення окремих сторін і властивостей цього явища із застосуванням найбільш ефективних засобів для його пізнання. Тому в основу комплексного дослідження процесу діагностування РЕТ автономною автоматизованою системою технічного діагностування покладено метод окремого дослідження і аналізу складових задач у відповідності до викладених вище принципів і узагальнюючого синтезу отриманих результатів.



Узагальнюючи визначені принципи, можна зробити висновок про можливість побудови високоефективних автономних автоматизованих систем технічного діагностування на основі використання передових досягнень у сфері інформаційних технологій при отриманні та обробці діагностичної інформації. Тому пропонується проводити наукові дослідження за такими основними напрямками:

- розробка уніфікованих ремонтних модулів, діагностичних модулів і пристроїв контролю технічного стану;
- розробка спеціалізованого діагностичного обладнання для аналогових і цифрових пристроїв;
- розробка автоматизованих систем технічного діагностування на об'єктах РЕТ з використанням інформаційних технологій.

Логічним завершенням проведених наукових досліджень за вищезначеними напрямками повинна стати інформаційна технологія для забезпечення заданих параметрів для автономних автоматизованих систем технічного діагностування в РЕТ.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки є можливість створення такої технології, яка на основі інформаційних технологій визначить наукові основи нових методів отримання, обробки та управління діагностичною інформацією про аналогові і цифрові пристрої об'єктів РЕТ.

Таким чином, у результаті проведеного аналізу встановлено:

1. Сучасні досягнення в області інформаційних технологій і мікроелектроніки дають можливість побудови високоефективних автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ.
2. Визначені основні принципи і методи отримання, обробки та управління діагностичною інформацією для побудови автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕТ.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вишнівський В.В. Діагностика цифрових та аналогових пристроїв радіоелектронної техніки : Монографія / В.В. Вишнівський, М.К. Жердев, С.В. Ленков, В.О. Проценко ; під редакцією М.К. Жердева, С.В. Ленкова. – К. : Знання України, 2009. – 220 с.
2. ДСТУ 2389–94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. – К. : Держстандарт України, 1995. – 20 с.
3. Жердев М.К. Проблема оцінки надійності складних систем в умовах апріорної невизначеності / М.К. Жердев, С.В. Ленков, Б.П. Креденцер, В.В. Вишнівський // Військова освіта та наука : сьогодення та майбутнє : IV Міжнародна наук.-практ. конф., 14–16 жовтня 2008 р. : тез. доп. – Київ, 2008. – С. 66.
4. Жердев М.К. Удосконалення системи ремонту пристроїв, які містять цифрові елементи / М.К. Жердев, В.В. Вишнівський, Ю.І. Сазонов, Г.Б. Жиров // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2005. – № 1. – С. 51–56.

Отримано 21.09.2012