



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122316** (13) **U**

(51) МПК (2017.01)

H04B 1/00

H04B 1/58 (2006.01)

H04B 3/60 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 09013	(72) Винахідник(и): Прібилєв Юрій Борисович (UA), Шишацький Андрій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 11.09.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.12.2017	(73) Власник(и): Прібилєв Юрій Борисович, просп. Повітрофлотський, 28, м. Київ-49, 03049 (UA), Шишацький Андрій Володимирович, бул. Перова, 44, кв. 16, м. Київ-139, 02139 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.12.2017, Бюл.№ 24	

(54) СПОСІБ ПОБУДОВИ КОМПЛЕКСНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ДІАГНОСТИКИ

(57) Реферат:

Спосіб побудови комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики полягає у тому, що бортова електронно-обчислювальна машина мобільного ремонтного комплексу на транспортному засобі, для побудови комплексної експертної системи технічного стану та діагностики використовує експертну систему технічної діагностики, яка проводить технічне діагностування на основі діагностичних даних, що генеруються об'єктом контролю за допомогою програми контролю, як реакції на стимулюючі сигнали, потім проводиться порівняння поточних діагностичних параметрів об'єкта контролю з еталонними, що містяться у базі знань. При цьому, генератор стимулюючих сигналів під керівництвом електронно-обчислювальної машини проводить одночасне вимірювання електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю шляхом передачі стимулюючих сигналів по електричних ланцюгах, після чого модуль виведення рішень шляхом порівняння отриманих значень з еталонними визначає розходження параметрів вимірювання електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю.

UA 122316 U

Корисна модель належить до галузі автоматизованих систем спеціального призначення і може бути використана в перспективних автоматизованих системах контролю та діагностики.

Більшість сучасних високотехнологічних зразків озброєнь та військової техніки (ОВТ) є складними технічними системами, з широким застосуванням інформаційних технологій і цифрових радіоелектронних засобів (РЕЗ), основу яких складають радіоелектронні елементи [1]. Нажаль, удосконалення ОВТ призводить до їх ускладнення, відповідно, знижується надійність і технічна готовність ОВТ. Застосування сучасних методів контролю достовірного визначення технічного стану (ТС) та діагностики несправностей дозволяє забезпечити необхідні рівні технічної готовності ОВТ [2].

Як аналоги вибрано існуючі способи контролю ТС ракетного озброєння (РО), ракетних комплексів (РК) та авіаційного озброєння, який використовується в мобільних ремонтних майстернях, які встановлені на транспортний засіб. При цьому, в зазначених способах проведення технічної діагностики (ТД) у разі виявленої відмови об'єкта контролю (ОК), для визначення місця несправного елемента здійснюється транспортування об'єкта контролю у стаціонарні заводські умови. Для цього зразок РО, який не пройшов контроль справності (або є підстави вважати його непрацездатним, при відсутності необхідних засобів контролю ТС), транспортується у стаціонарні майстерні [1,2].

Недоліками зазначених способів контролю технічного стану є значні фінансові витрати, висока ймовірність пошкодження зразків при транспортуванні та високий коефіцієнт технічного використання зразка РО.

Як прототип, для створення удосконаленого способу побудови комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики, вибрано експертну систему, суть якої полягає у застосуванні знань та досвіду спеціалістів вузької галузі знань та надання рекомендацій (консультації) користувачу за допомогою "математизації" процесу пошуку несправностей. Використання експертної системи дозволяє підвищити ефективність діагностики з мінімально необхідною кількістю контрольних-вимірювальних операцій, удосконалити бази даних ознак несправностей ОК та надати рекомендації обслуговуючому персоналу щодо подальших експлуатаційних рішень.

Проте зазначена система експертного контролю має недоліки, сутність яких полягає у значній обчислювальній складності, відсутності можливості діагностики технічного стану радіоелектронних елементів складних технічних систем, важкість формалізації результатів досліджень та неможливість проведення навчання система експертного контролю [3].

Тому для рішення зазначеного протиріччя доцільно розробити спосіб побудови комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики, що дозволить об'єднати переваги прототипу та аналогів, без їх недоліків.

Спосіб побудови комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики, який полягає у тому, що бортова електронно-обчислювальна машина мобільного ремонтного комплексу на транспортному засобі, для побудови комплексної експертної системи технічного стану та діагностики використовує експертну систему технічної діагностики, яка проводить технічне діагностування на основі діагностичних даних, що генеруються об'єктом контролю за допомогою програми контролю, як реакції на стимулюючі сигнали, потім проводиться порівняння поточних діагностичних параметрів об'єкта контролю з еталонними, що містяться у базі знань, який відрізняється тим, що в зазначеному способі генератор стимулюючих сигналів під керівництвом електронно-обчислювальної машини проводить одночасне вимірювання електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю шляхом передачі стимулюючих сигналів по електричних ланцюгах, після чого модуль виведення рішень шляхом порівняння отриманих значень з еталонними визначає розходження параметрів вимірювання електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю після чого на основі сукупності значень розходжень електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю програма контролю та діагностики під керівництвом електронно-обчислювальної машини визначає технічний стан та прогнозований строк служби об'єкта контролю; результати розходжень записують до бази знань електронно-обчислювальної машини для зберігання та до навчання комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики.

Розглянемо принцип побудови експертної системи технічної діагностики (ЕСТД), базова традиційна структурна схема якої зображена на фіг. 1 та включає мінімальну кількість модулів, що необхідні для її функціонування:

алгоритм (програма) діагностики та генератор стимулюючих сигналів, що є обов'язковою частиною будь-якої системи технічної діагностики (ТД), як апаратно-програмного комплексу;

база знань, що становить ядро ЕСТД у сукупності з базою даних еталонних вимірювань параметрів об'єкта контролю (ОК);

модуль логічного виведення, що генерує діагностичні рішення;

модуль редагування бази знань, що реалізує режим отримання знань системою від експерта;

модуль відображення і пояснення рішень як інтерфейс, що відображає проміжні і остаточні діагностичні рішення та пояснює користувачеві рекомендації ЕСТД.

За цією традиційною схемою ЕСТД діагностичні дані, що генеруються об'єктом контролю за програмою контролю як реакція на стимулюючі сигнали, подаються на модуль виведення рішень. Модуль виведення рішень реалізує алгоритм порівняння поточних діагностичних параметрів ОК з еталонними за правилами, що містяться у базі знань ЕСТД (які складаються та коректуються експертом).

Як можна побачити, ЕСТД фактично є комплексом програм і апаратних засобів, що імітують процеси розумової діяльності фахівця при рішенні діагностичних завдань. ЕСТД виконує функції накопичення та обробки сукупності формальних і евристичних знань від фахівців для використання їх при рішенні завдань контролю ТС та діагностики ОК.

Комплексність завдань контролю та діагностики вирішує автоматизована експертна система контролю та діагностики (ЕСКД), що наведена на фіг. 2. Ця експертна система діагностики (модулі 3 та 4 на фіг. 2) працює спільно з автоматизованою системою контролю (модулі 1 та 2 на фіг. 2), яка подає за програмою контролю на ОК стимулюючі сигнали, аналізує вихідні реакції, поповнює базу даних поточних параметрів елементів принципової схеми ОК та формує інформаційно-контрольні моделі поточного ТС електронних модулів ОК, які потім порівнюються за визначеним алгоритмом з інформаційно-контрольними моделями справного ТС електронних модулів ОК. База даних інформаційних моделей справного ТС електронних модулів ОК формується на початку експлуатації завідомо справного ОК і зберігається в архівному блоці бази знань ЕСКД. Застосування інформаційно-контрольних моделей електронних модулів ОК дозволяє підвищити оперативність контролю поточного ТС ОК порівняно з поелементним контролем за принциповою схемою та зробити прогнозування ТС ОК більш достовірним за рахунок урахування властивостей емерджентності електронних модулів ОК.

Результатом роботи автоматизованої системи контролю є висновок: ОК є справним, працездатним або несправним. У останньому випадку підключається заснований на знаннях модуль діагностики. ЕСКД запитує значення сигналів в певних контрольних точках принципової схеми ОК, у разі необхідності для визначення проміжного діагнозу рекомендує оператору зробити додаткові виміри і в результаті визначає місце несправності до окремого елемента принципової схеми ОК. Видача діагностичних рекомендацій оператору проводиться за допомогою блоку візуалізації рекомендацій, розширення якого можливо реалізацією функції прогнозування ТС ОК.

Вихідними даними для роботи ЕСКД є результати моделювання ОК на етапі проектування та база даних діагностичних параметрів справного стану ОК, яка формується виробником методом зняття еталонних значень діагностичних параметрів завідомо справного ОК. Алгоритм діагностики у вигляді продукційних правил вимірювань параметрів сигналів за контрольним крапкам здійснюється на основі моделі - мережі фреймів для ОК.

Запропонований спосіб побудови ЕСКД, який є інтелектуальною системою, тому що система здатна накопичувати досвід та навчатись. Система запам'ятовує знайдену несправність для даного типу ОК. При наступній діагностиці несправності іншого ОК цього типу вона рекомендує перевірити в першу чергу ту ж саму несправність, якщо поточна інформаційно-контрольна модель елемента ОК допускає таку несправність. ЕСКД працює за аналогією з досвідченими фахівцями з діагностування та ремонту складних РЕЗ, які знають типові несправності та найбільш ймовірні їх причини в конкретних типах ОК і перевіряють їх в першу чергу. ЕСКД, що наведена на фіг. 2, накопичує ймовірнісні знання про конкретні несправності з метою їх використання при діагностиці ОК.

При виконанні алгоритму діагностики (проходження по дереву пошуку несправностей) на черговому кроці використовується критерій - максимум відношення ймовірності вірного діагнозу до трудомісткості розпізнавання несправності (вагові коефіцієнти діагностичних кроків). Вищезазначені вагові коефіцієнти автоматично коригуються під час роботи ЕСТД при кожному підтвердженню або не підтвердженню діагнозу для конкретних ситуацій діагностування. Трудомісткості елементарних вимірювань спочатку задаються експертом, а потім автоматично коригуються в процесі роботи ЕСКД. Модуль візуалізації рекомендацій оператору виконує інтерфейсні функції шляхом показу технологічних рекомендацій персоналу, що експлуатує та обслуговує даний зразок РО.

Технічний результат від застосування способу побудови комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики полягає у підвищенні рівня автоматизації та інформаційного забезпечення процесів діагностування об'єктів контролю за рахунок застосування засобів автоматизованих систем підтримки прийняття рішення; підвищенні оперативності визначення оцінки поточного технічного стану кожного окремого елементу принципової схеми об'єкта контролю за рахунок одночасного вимірювання електричних параметрів об'єкта контролю.

Джерела інформації:

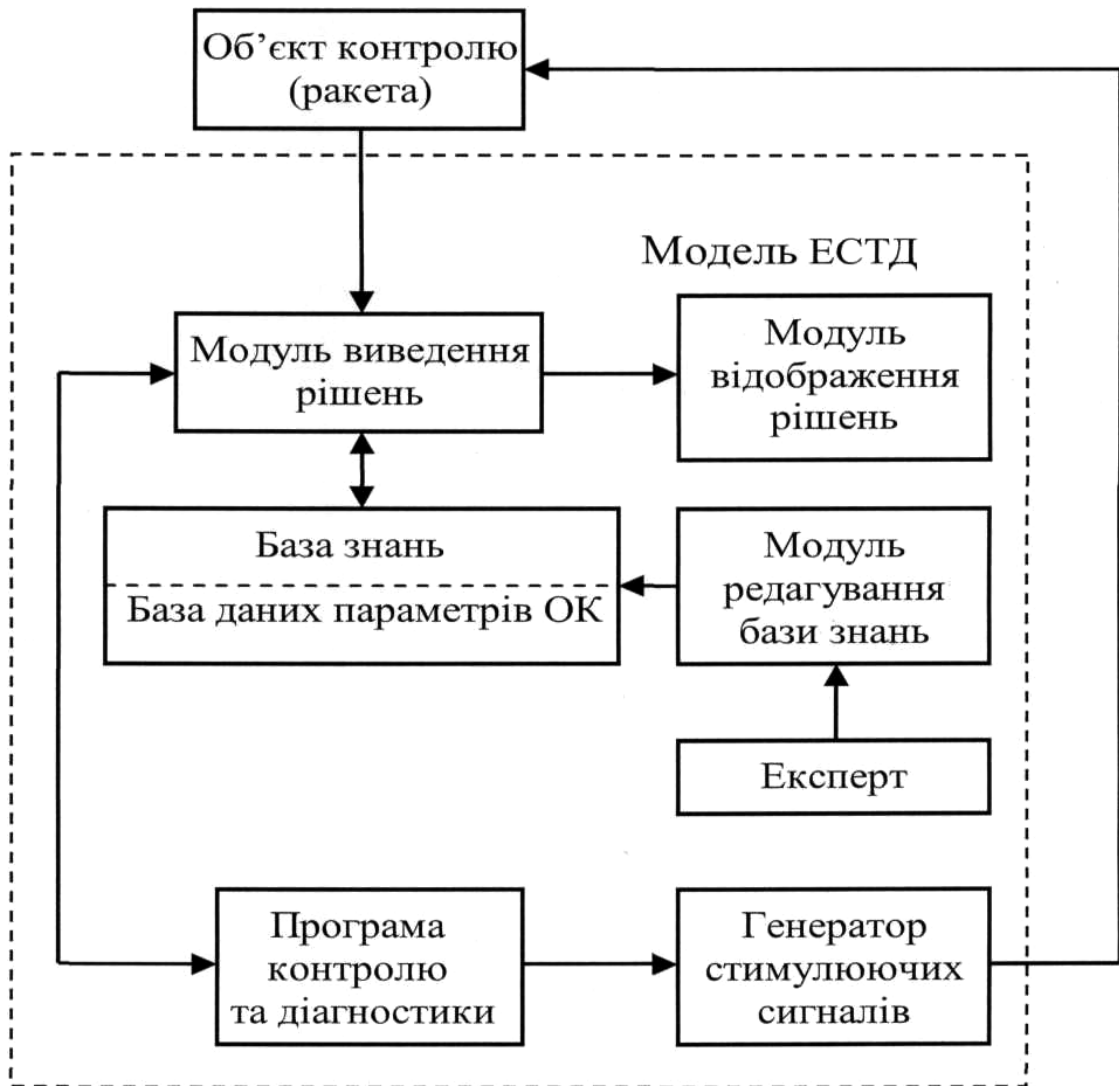
1. Михальчук М. В. Експертна система технічної діагностики для визначення технічного стану елементів комплексів засобів автоматизації. / М.В. Михальчук // Системи обробки інформації. - Х.: ХУПС, 2014. - Вип. 2 (38). - С 29-33. - аналог,

2. Коваленко А. С. Разработка структуры экспертной системы технической диагностики интегрированной информационной системы / А.С. Коваленко, А.А. Смирнов, А.В. Коваленко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. Х.: ХУПС, 2014. - № 2(15). - С. 154-157-аналог.

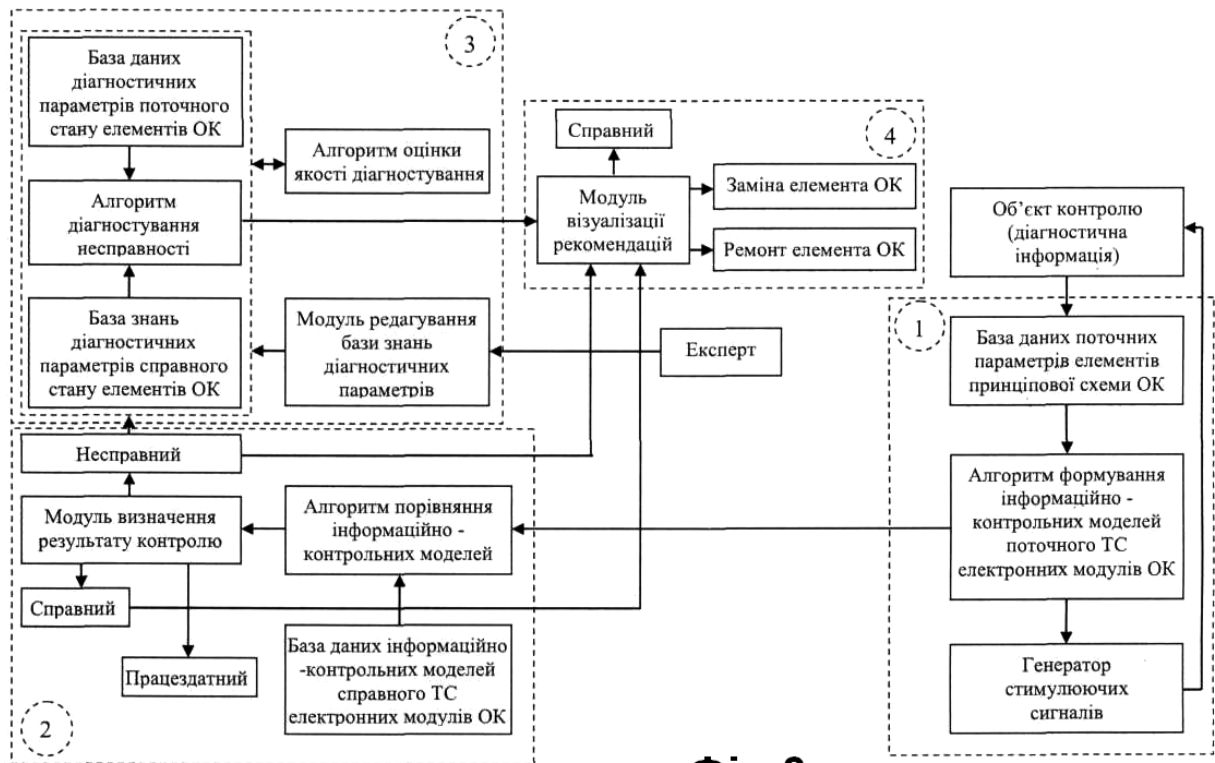
3. Гнедов Г. М., Россенбаули О. Б., Шумов Ю. А. Проектирование систем контроля ракет. М.: Машиностроение, 1975. 224 с. - прототип;

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб побудови комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики, який полягає у тому, що бортова електронно-обчислювальна машина мобільного ремонтного комплексу на транспортному засобі, для побудови комплексної експертної системи технічного стану та діагностики використовує експертну систему технічної діагностики, яка проводить технічне діагностування на основі діагностичних даних, що генеруються об'єктом контролю за допомогою програми контролю, як реакції на стимулюючі сигнали, потім проводиться порівняння поточних діагностичних параметрів об'єкта контролю з еталонними, що містяться у базі знань, який **відрізняється** тим, що в зазначеному способі генератор стимулюючих сигналів під керівництвом електронно-обчислювальної машини проводить одночасне вимірювання електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю шляхом передачі стимулюючих сигналів по електричних ланцюгах, після чого модуль виведення рішень шляхом порівняння отриманих значень з еталонними визначає розходження параметрів вимірювання електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю, після чого на основі сукупності значень розходжень електричного опору, індуктивності та ємності радіоелектронних елементів об'єкта контролю програма контролю та діагностики під керівництвом електронно-обчислювальної машини визначає технічний стан та прогнозований строк служби об'єкта контролю; результати розходжень записують до бази знань електронно-обчислювальної машини для зберігання та до навчання комплексної експертної системи контролю технічного стану та діагностики.



Фіг. 1



Фіг. 2