

Отже, для визначення технічного стану РЕП необхідно розробити діагностичну модель, що дає змогу:

- визначати вигляди дефектів, що можна коректно ідентифікувати;
- вибирати вектор вхідних тестових впливів для ефективного виявлення дефектів;
- призначати контрольні точки для забезпечення необхідної діагностованості пристрою;
- розраховувати вектор відбракувальних допусків на параметри, що діагностуються;
- визначати, якими засобами і як організувати діагностичне забезпечення протягом життєвого циклу РЕП.

В структурованому вигляді ці завдання наведено на рис. 2.

УДК 621.396.6.004

М. Касьян

Запорізький державний технічний університет

МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ І ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЛАДІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ДІАГНОСТУВАННЯ

© Касьян М., 2001

Запропоновано метод автоматизованого аналізу і забезпечення електричних характеристик приладів функціонального перетворення із забезпеченням діагностування до рівня елемента схеми, що дає змогу визначати технічний стан приладу на стадіях виробництва та експлуатації.

Прилади функціонального перетворення (ПФП) сигналів являють собою клас приладів, розроблених за власним функціональним призначенням для формування і перетворення модульованих сигналів у радіопередавальних приладах і для перетворення з метою одержання інформації в радіоприймальних приладах. На літаках, надводних та підводних кораблях ПФП є відповідальними вузлами, що вимагають підвищеної надійності. Під час експлуатації через певний інтервал часу, виконуючи регламентні роботи, найчастіше перевіряють тільки вихідні характеристики таких вузлів у робочих режимах.

Для підвищення надійності та якості проєктованих ПФП розроблений метод автоматизованого аналізу і забезпечення електричних характеристик із діагностуванням приладів на етапі проєктування з наступним визначенням технічного стану приладу до рівня комплектуючого елемента на стадіях виробництва та експлуатації.

На етапі проєктування вирішується завдання забезпечення діагностування ПФП. За спроектованою електричною схемою і конструкцією розраховуються його вихідні характеристики і їхні функції чутливості до зміни параметрів елементів схеми, що діагностуються. З функцій чутливості складається тестова матриця і визначається її ранг. Схема підлягає діагностуванню тільки тоді, коли ранг тестової матриці не менший від кількості параметрів, що діагностуються. Такий підхід дає змогу вибрати ефективні тестові впливи та вихідні характеристики, достатні для однозначного визначення всіх параметрів, що діагностуються.

Діагностуючи ПФП на етапах виробництва та експлуатації за допомогою контрольно-виміральної апаратури, задають тестові вхідні впливи і вимірюють вихідні характеристики. Граничні допустимі значення параметрів елементів на етапі виробництва визначаються через номінальні значення параметрів елементів та технологічні допуски. Граничні допустимі значення параметрів на етапі експлуатації змінюються залежно від часу експлуатації, температури та інших зовнішніх чинників і розраховуються через відбраковуючі допуски. Розраховують поточні відбраковуючі допуски на параметр елемента у такій послідовності:

1. Визначаються математичні очікування та середньоквадратичні відхилення температурного коефіцієнта α і коефіцієнтів старіння параметра під час зберігання $\beta_{зб}$ та експлуатації β_E . Якщо відповідні коефіцієнти задані нижніми і верхніми граничними значеннями та задані закони їхнього розподілу (здебільшого – нормальні), то математичні очікування та середньоквадратичні відхилення розраховуються за такими формулами:

$$\begin{aligned} m(\alpha) &= (\alpha^H + \alpha^B) / 2; & \sigma(\alpha) &= [m(\alpha) - \alpha^H] / \chi; \\ m(\beta_{зб}) &= (\beta_{зб}^B + \beta_{зб}^H) / 2; & \sigma(\beta_{зб}) &= [m(\beta_{зб}) - \beta_{зб}^H] / \chi; \\ m(\beta_E) &= (\beta_E^H + \beta_E^B) / 2; & \sigma(\beta_E) &= [m(\beta_E) - \beta_E^H] / \chi; \end{aligned} \quad (1)$$

де χ – коефіцієнт пропорційності (для нормального закону розподілу параметра q та імовірності знаходження параметра в межах допусків, що дорівнює 0.9973, $\chi = 3$).

2. Визначається математичне очікування $m(q_{вдх})$ відхиленого фактичного значення параметра $q_{вдх}$ та середньоквадратичні відхилення $\sigma_{ТЕМП}(q_{вдх})$, $\sigma_{зб}(q_{вдх})$, $\sigma_E(q_{вдх})$, що зумовлені впливом температури, часу зберігання та часу експлуатації. Якщо причини відмов елементів вивчені, технологічні процеси виконуються точно та матеріали мають високу чистоту, то деградаційні процеси можна вважати близькими до детермінованих

$$m(q_{вдх}) = q_{НОМ} \cdot [1 + m(\alpha) \cdot \Delta T + m(\beta_{зб}) \cdot t_{зб} + m(\beta_E) \cdot t_E], \quad (2)$$

де $q_{НОМ}$ – номінальне значення параметра; $\Delta T = T_{роб} - 20^0 C$ – різниця між фактичною температурою елемента $T_{роб}$ та нормальною температурою; $t_{зб}$ – час зберігання електрорадіоелемента; t_E – час експлуатації електрорадіоелемента;

$$\begin{aligned} \sigma_{ТЕМП}(q_{вдх}) &= \Delta T \cdot \sigma(\alpha) \cdot q_{НОМ}; & \sigma_{зб}(q_{вдх}) &= t_{зб} \cdot \sigma(\beta_{зб}) \cdot q_{вдх}; \\ \sigma_E(q_{вдх}) &= t_E \cdot \sigma(\beta_E) \cdot q_{НОМ}. \end{aligned} \quad (3)$$

3. Визначається сумарне середньоквадратичне відхилення (розкид) параметра $q_{вдх}$, зумовлене впливом температури та чинником старіння. Для цього випадку додають всі середньоквадратичні відхилення: технологічне, температурне та зумовлене старінням під час зберігання і експлуатації. Складання основане на додаванні дисперсій означених відхилень

$$\sigma(q_{вдх}) = \sqrt{\sigma_{ТЕХН}^2(q_{вдх}) + \sigma_{ТЕМП}^2(q_{вдх}) + \sigma_{зб}^2(q_{вдх}) + \sigma_E^2(q_{вдх})}. \quad (4)$$

Отже, закон нормального розподілу не змінюється, а змінюються його параметри: математичне очікування та дисперсія.

4. Визначаються границі знаходження фактичного значення параметра q з урахуванням всіх зазначених вище чинників

$$q_B = m(q_{\text{вдх}}) + \chi_B \cdot \sigma(q_{\text{вдх}}); q_H = m(q_{\text{вдх}}) - \chi_H \cdot \sigma(q_{\text{вдх}}). \quad (5)$$

Після цього результати вимірів разом з граничними допустимими значеннями параметрів елементів заносяться до ЕОМ і за закладеною в ЕОМ програмою визначаються дійсні значення параметрів елементів. Вони порівнюються з гранично допустимими і видається рішення про наявність або відсутність дефекту.

Якщо дефект є, то видається інформація про те, параметр якого елемента вийшов за допуск і рекомендується його заміна або регулювання. Якщо всі елементи ПФП не мають дефектів і знаходяться в допустимих межах, то його технічний стан визначається як справний.

Для виробника і експлуатаційника, що безпосередньо перевіряють виготовлені та експлуатовані прилади, на етапі проектування складаються інструкції, до яких заносяться тестові входні впливи, точки виміру вихідних характеристик, методика визначення відбракуваних допусків, а також вказується послідовність дій.

На основі запропонованого методу розроблений програмний комплекс, блок-схема якого наведена на рис. 1, де обведені пунктирною лінією ті програмні модулі, що входять до складу програми моделювання електричних процесів в РЕЗ (МАЕС-II, PSpice або аналогічні) і використовуються розробленим програмним комплексом. Крім того, модуль розрахунку електричних характеристик доповнюється розрахунком рангу тестової матриці схеми. Стрілками на схемі показані напрямки передачі даних між модулями.

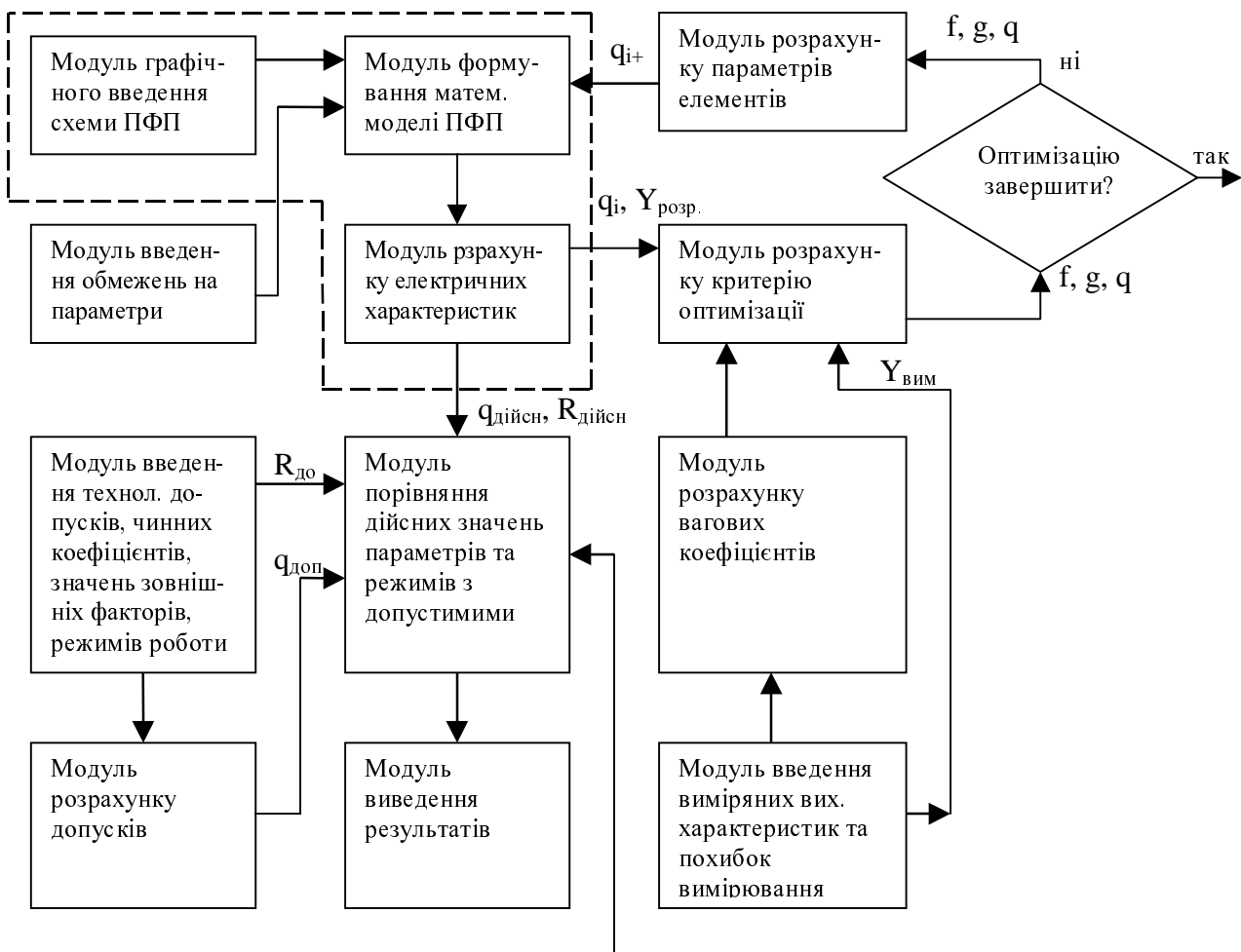


Рис.1. Блок-схема програмного комплексу

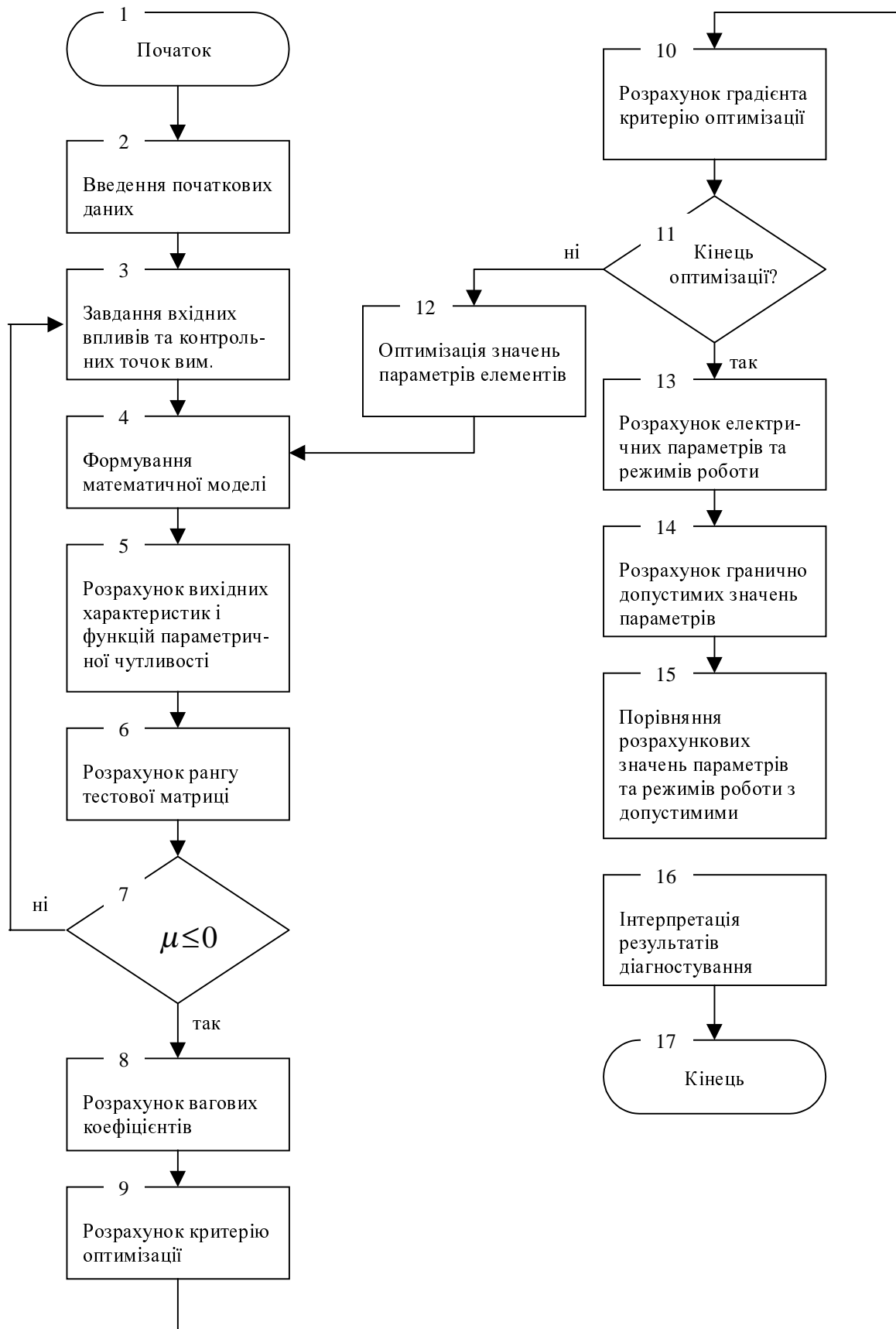


Рис.2. Блок-схема алгоритму функціонування програмного комплексу

Алгоритм функціонування комплексу реалізується керуючою програмою, що здійснює взаємодію програмних модулів та забезпечує виконання тих або інших процедур. Блок-схема алгоритму функціонування програмного комплексу наведена на рис.2. Призначення блоків таке:

Блок 1. Початок алгоритму функціонування програмного комплексу.

Блок 2. Введення необхідних вхідних даних: принципової електричної схеми, технологічних допусків на параметри елементів, чинних коефіцієнтів, гранично допустимих режимів роботи елементів, значень зовнішніх чинників, значення параметра зупинки розрахунку, вибір параметрів, що діагностуються, і обмежень на них.

Блок 3. Задання вхідних впливів, контрольних точок вимірів та вимірних значень вихідних характеристик.

Блок 4. Формування за введеними даними математичної моделі приладу функціонального перетворення.

Блок 5. Розрахунок вихідних характеристик і функцій параметричної чутливості вихідних характеристик до зміни значень параметрів елементів.

Блок 6. На основі функцій параметричної чутливості вихідних характеристик укладання тестової матриці відносно параметрів, що діагностуються і розрахунок рангу матриці ρ .

Блок 7. Визначення міри розв'язання відносно параметрів, що діагностуються $\mu = n_q - \rho$, де n_q – кількість параметрів, що діагностуються. Якщо умова діагностування $\mu \leq 0$ виконується, то розраховуються вагові коефіцієнти (блок 8). Якщо не виконується умова $\mu \leq 0$, то необхідні додаткові вхідні впливи та контрольні точки вимірювання, повернення до блока 3.

Блок 8. Розрахунок вагових коефіцієнтів критерію оптимізації на основі точності вимірювання відповідних вихідних характеристик.

Блок 9. Розрахунок критерію оптимізації значень параметрів, що діагностуються.

Блок 10. Розрахунок градієнта критерію оптимізації.

Блок 11. Перевірка закінчення оптимізації значень параметрів, що діагностуються.

Блок 12. Оптимізація значень параметрів, що діагностуються ПФП.

Блок 13. Розрахунок електричних параметрів та режимів роботи елементів ПФП.

Блок 14. Розрахунок гранично допустимих значень параметрів елементів з урахуванням температури та часу експлуатації.

Блок 15. Порівняння розрахованих значень параметрів і режимів роботи електрорадіоелементів з їхніми граничнодопустимими значеннями.

Блок 16. Інтерпретація результатів розрахунків і діагностування, виведення розрахованих значень параметрів та режимів роботи елементів і, за результатами їхнього порівняння з гранично допустимими значеннями, класифікація технічного стану ПФП, що діагностується.

Блок 17. Кінець алгоритму функціонування програмного комплексу.

Запропонований метод реалізується розробленим програмним комплексом і дає змогу створити засобами операційної системи високоефективний програмний продукт, що відповідає сучасним вимогам.