

УДК 62-523.8

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ІЄРАРХІЧНИХ РОЗГАЛУЖЕНИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК НАДІЙНОСТІ

© Сидор А., Марунчак Д., 2002

Уточнено класифікацію ієрархічних розгалужених систем. Досліджено основні характеристики надійності невідновлюваних розгалужених систем. Визначено їх зв'язок із характеристиками надійності невідновлюваних систем відповідно до вимог державних стандартів України.

The classification of hierarchical ramified systems is verified. Main reliability characteristics of unrepairable ramified systems are examined. Their connection with reliability characteristics of unrepairable systems in accordance with requirements of state standards of Ukraine is examined.

Класифікація ІРС

ІРС можуть мати складну структуру, і дослідження їх характеристик надійності вимагає певного системного підходу як до структури, так і характеристик.

Для побудови математичних моделей надійності ІРС доцільно розглянути види їх структур і провести їх класифікацію. Така класифікація наведена на рис.1.

Симетричними називаються ІРС, у яких на одному рівні коефіцієнти розгалуження однакові, тобто всім елементам, що знаходяться на одному рівні, підпорядковуються однакова кількість елементів нижчого рівня [7]. На рис.2 показана симетрична ІРС із коефіцієнтами розгалуження a_1, a_2, a_3 до 1-го, 2-го та 3-го рівня відповідно.

Несиметричними називаються ІРС, у яких хоча б на одному з рівнів є різні коефіцієнти розгалуження [5]. На рис.3 зображена несиметрична ІРС з коефіцієнтами розгалуження $a_2^{(1)}, a_2^{(2)}$ до 2-го рівня 1-ї та 2-ї гілки відповідно.

ІРС з переходом через рівні мають у своєму складі нерівноцінні гілки, у яких пропущені елементи одного або кількох рівнів. Один з прикладів таких систем показаний на рис.4, де елементу нульового рівня безпосередньо підпорядковуються $a_2^{(1)}$ елементів 2-го рівня та 1 елемент 1-го рівня, а елементу 1-го рівня - $a_2^{(2)}$ елементів 2-го рівня.

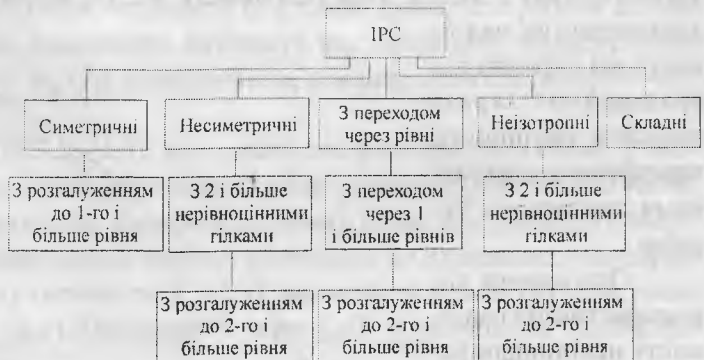


Рис.1. Основні види ІРС

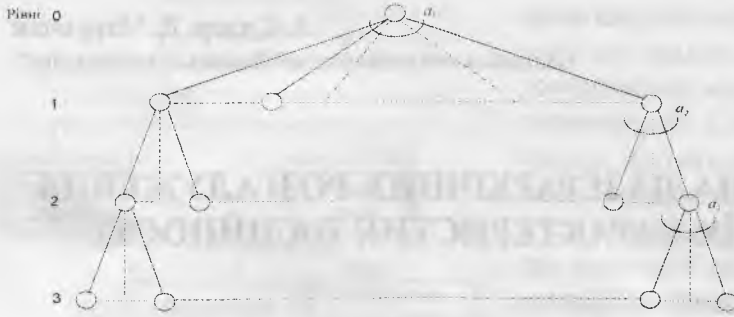


Рис.2. Симетрична IPC із розгалуженням до 3-го рівня

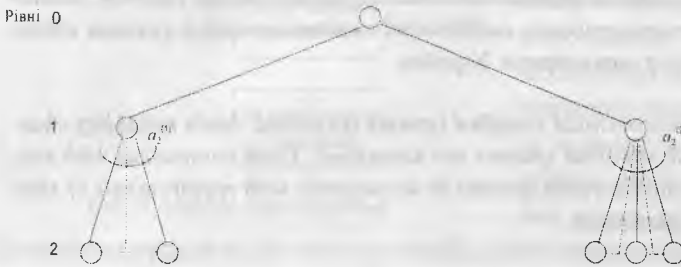


Рис.3. Несиметрична IPC з 2-ма нерівноцінними гілками, розгалужена до 2-го рівня

невідновлюваних систем. Побудова твірних функцій пов'язана із класифікаційними ознаками й дає можливість поступово переходити від простіших до складніших IPC вправо по класифікаційній схемі, наведені на рис.1.

Характеристики надійності IPC та їх зв'язок із характеристиками, передбаченими державними стандартами України

IPC є окремим класом складних систем, принцип роботи яких принципово відрізняється від традиційних систем. У таких системах немає однозначного стану роботи чи відмови. Натомість є достатньо велика кількість (залежно від величини системи) можливих станів системи, і впродовж своєї роботи система переходить з одного працездатного стану в інший. Така особливість IPC обумовлює своєрідність показників і характеристик надійності, які відмінні від традиційних характеристик надійності, передбачених державними стандартами України.

Основними характеристиками надійності невідновлюваних IPC є наступні [5]:

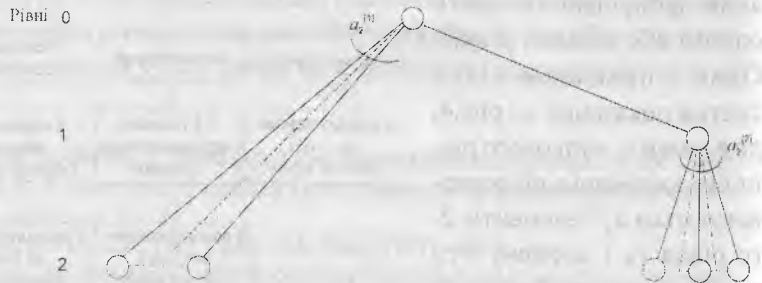


Рис.4. IPC з переходом через 1 рівень

IPC називаються неізотропними, якщо в них хоча б на одному з рівнів є елементи з різними параметрами надійності.

Складними називаються IPC, у яких поєднуються дві або більше класифікаційні ознаки, наприклад, несиметричність із переходом через рівні.

Розрахунок характеристик надійності IPC на базі методу твірних функцій дає можливість визначати як характеристики, властиві тільки для IPC, так і характеристики, передбачені державними стандартами України для

- розподіл імовірностей числа вихідних працюючих елементів системи $P_n(x_n, t)$. Для великих систем з великою кількістю елементів на проміжних рівнях ця характеристика також може визначатися і для проміжних рівнів системи;
- коефіцієнт готовності системи $K_{r_n}(k, t)$, який принципово відрізняється від поняття коефіцієнта готовності відновлюваної системи згідно з державними стандартами України. Коефіцієнт готовності невідновлюваної розгалуженої системи - це ймовірність того, що не менше k вихідних елементів розгалуженої системи працює, де k - умова готовності системи, число вихідних працюючих елементів, достатнє для нормальної її роботи.

Ці дві характеристики є ймовірнісними характеристиками системи та функціями часу - тривалості роботи системи.

Наступні характеристики характеризують роботу ІРС в часі [1]:

- тривалість перебування системи в кожному з можливих її станів $T_n(x_n)$. ІРС має стільки можливих станів, скільки вихідних елементів плюс 1. Цей один стан відповідає ситуації, коли жоден вихідний елемент системи не працює. На основі цієї характеристики будується гістограма роботи системи в часі;
- тривалість перебування системи в заданому стані готовності $T_{r_n}(k)$.

Усі вищезгадані характеристики є виключно характеристиками ІРС і як такі повинні бути включені в державні стандарти України.

Водночас існують такі традиційні характеристики надійності невідновлюваних систем відповідно до державних стандартів України [2, 3]: середня тривалість роботи системи до відмови T_e , імовірність безвідмовної роботи $P(t)$, імовірність відмови $Q(t)$, густина розподілу відмов $a(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$.

У світовій практиці однією з основних характеристик вважається інтенсивність відмов, особливо для комплектуючих. З точки зору прогнозування надійності розгалужених систем, яке потрібне для оцінок ймовірностей відмов, порівняння структур систем з надійності, визначення потенційних проблем надійності, планування обслуговування та забезпечення запасними виробами і ремонтними послугами, оцінки витрат на експлуатацію не можна відкидати використання цих традиційних характеристик. Тому актуальною задачею є зв'язок між характеристиками надійності саме розгалужених систем і традиційних. На основі характеристик надійності розгалуженої системи можна визначити ймовірність відмови, частоту й інтенсивність відмов розгалуженої системи при заданій умові готовності k , а також тривалість роботи до відмови. Це у свою чергу дасть можливість визначити експлуатаційні характеристики розгалуженої системи, такі, як частоту профілактики, ремонту, кількість запасних частин.

Коефіцієнт готовності ІРС $K_{r_n}(k, t)$, де n - кількість рівнів розгалуження, є ймовірністю безвідмовної роботи системи при заданій умові готовності k (тобто при умові, що працюють не менш як k вихідних елементів системи). Отже, при умові готовності k характеристика $P(t)$ невідновлюваної системи відповідно до державних стандартів України дорівнює коефіцієнту готовності $K_{r_n}(k, t)$. Імовірність відмов $Q(t)$ при умові готовності k дорівнює $1 - K_{r_n}(k, t)$. Позначивши через $Q_n(k, t)$ імовірність відмов при умові готовності k , одержимо

$$Q_n(k, t) = 1 - K_{rn}(k, t). \quad (1)$$

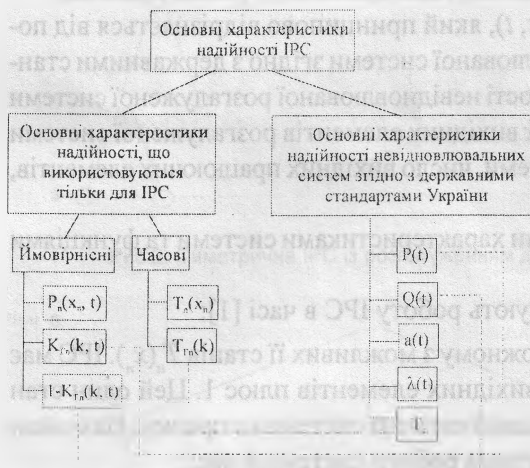


Рис. 5. Зв'язок між характеристиками надійності IPC та невідновлюваних систем

Середня тривалість роботи системи до відмови T_c при умові готовності k є середньою тривалістю роботи не менш як k вихідних елементів системи. Це те ж саме, що й $T_{rn}(k)$ – тривалість перебування системи в заданому стані готовності. На рис.5 характеристики, ідентичні при заданій умові готовності системи, з'єднані пунктирними лініями.

Відомо, що густина розподілу відмов (частота відмов) визначається як похідна від імовірності відмов, а інтенсивність відмов одержується в результаті ділення останньої характеристики на ймовірність безвідмовної роботи [4]. Це дозволяє для IPC визначити на основі відомого коефіцієнта готовності $K_{rn}(k, t)$

ще дві характеристики надійності [6]: частоту відмов при заданій умові готовності за формулою

$$a_n(k, t) = -\frac{dK_{rn}(k, t)}{dt}, \quad (2)$$

та інтенсивність відмов при заданій умові готовності за формулою

$$\lambda_n(k, t) = \frac{a_n(k, t)}{K_{rn}(k, t)}. \quad (3)$$

Остання характеристика є основною при розрахунках надійності та визначенні експлуатаційних характеристик невідновлюваних IPC.

Висновки

1. Метод твірних функцій дає можливість при розробці виразів для розрахунку характеристик надійності IPC поступово переходити від простіших до складніших IPC.
2. Основними ймовірнісними характеристиками IPC є розподіл імовірностей числа вихідних працюючих елементів і коефіцієнт готовності системи, а основними часовими характеристиками IPC є тривалість перебування системи в кожному з можливих її станів і тривалість перебування системи в заданому стані готовності.
3. Вищеназвані ймовірнісні та часові характеристики IPC є виключно характеристиками IPC і як такі повинні бути включені в державні стандарти України.

4. При заданій умові готовності три традиційні характеристики надійності невідновлюваних систем, передбачені державними стандартами України, ідентичні трьом характеристикам надійності, що використовуються тільки для ІРС. Це дозволяє при відомому коефіцієнті готовності визначати для ІРС ще дві характеристики надійності: частоту відмов та інтенсивність відмов при заданій умові готовності.

1. Грушкевич М.В., Марунчак Д.С. Часові показники надійності розгалуженої несиметричної системи// Контрольно-вимірювальна техніка. - Львів, 1992. - Вип. 49. - С. 18-22.
2. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. - Введ. 28.12.94. - К.: Держстандарт України, 1995. - 92с.
3. ДСТУ 2862-94. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. - Введ. 8.12.94. - К.: Держстандарт України, 1995. - 40с.
4. Лозинський О., Марушак Я., Костробій П. Розрахунок надійності електроприводів. - Львів, 1996. - 236 с.
5. Марунчак Д.Е. Расчет характеристик надежности ветвящихся несимметричных систем, состоящих из двух неравноценных веток с разветвлением до второго ранга// Контрольно-измерительная техника. - Львов, 1984. - Вып. 35. - С. 119-122.
6. Марунчак Д., Сидор А. Розрахунок інтенсивності відмов симетричної розгалуженої системи зі старіючими за законом Релея вихідними елементами// Вісник НУ "Львівська політехніка" - Льв. 2001. - № 415. - С. 28-32.
7. Райншке К., Ушаков И.А. Оценка надежности систем с использованием графов. - М.: Радио и связь, 1988. - 209 с.

О. Різник, Б.Балич, М.Гничак

Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.382:519.101

СИНТЕЗ БАРКЕРОПОДІБНИХ КОДІВ НА ОСНОВІ ЧИСЛОВИХ ЛІНІЙОК-В'ЯЗАНОК

© Різник О., Балич Б., Гничак М., 2002

Розглянуто синтез баркероподібних кодів на основі моделей типу числових лінійок-в'язанок при перетворенні інформації, що дає змогу підвищити захист застосування кодової інформації від несанкціонованого доступу.

The synthesis of barker codes because of models as numerical rulers is considered at conversion of the information that enables to increase protection of the coded information against unauthorized access.