

УДК 519.688

Д.т.н., професор Гроль В.В., студент Турубаров О.С.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

**АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ
РЕЗЕРВОВАНОЇ БАГАТОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ЗІ
СТРУКТУРОЮ ТИПУ «K-OF-N»**

Abstract

Volodymyr V. Grol, prof., DcS; Alexandr Turubarov, student

Modeling securely restore reservation system with the structure of «k from n»

This paper concerns the problems of statistical modelling reliability of restore reservation system with the «k-of-n» structure based on the random number generator. The algorithm of reliability modeling and examples of reliability modelling systems for a variety of input data is offered.

Вступ

Високонадійні інформаційні та керуючі системи часто будують із застосуванням структурної надмірності на рівні елементів, функціональних блоків, підсистем і системи в цілому. Найбільш поширеним способом введення надмірності є резервування - установка декількох ідентичних комплектів обладнання системи, роботу яких контролює відновлюючий орган (ВО). Розглянемо систему, в якій ВО реалізує мажоритарну функцію. Системи з мажоритарним резервуванням є дуже стійкими щодо завад (збоїв), що перемижуються, які часто виникають внаслідок внутрішніх або зовнішніх перешкод, а також через суб`єктивні помилки в алгоритмах і програмах. Необхідно відзначити, що резервовані системи з постійним навантаженням або ненавантаженим резервом сприймають збій в роботі основного процесорного елемента системи як відмову, що негайно призводить до його заміни на резервний (вважається, що середнє напрацювання на збій цифрових систем як мінімум на порядок нижче середнього напрацювання на відмову). Тому для підвищення стійкості таких систем по відношенню до збоїв необхідно передбачати повторне тестування виведеного з роботи процесорного елемента системи і, якщо він справний, - введення його в систему в якості резервного.

В системах з мажоритарним резервуванням такої проблеми не існує, тому що мажоритарний елемент виправляє будь-яку одиночну помилку в будь-якому процесорному елементі, проте щодо постійних відмов мажоритарне резервування, наприклад, невідновлювальних систем поступається за показниками безвідмовності системам такої ж кратності резервування, але з навантаженим і ненавантаженим резервами. Істотно підвищити надійність систем з мажоритарним резервуванням можна за рахунок введення процедури відновлення процесорного елемента, що відмовив. Дослідженню надійності таких систем методом статистичного моделювання присвячена дана робота.

Постановка задачі

Задача полягає в розробці методу моделювання надійності відновлювальної системи з мажоритарним ВО на основі використання генераторів псевдовипадкових чисел.

Термінологія

Генератор псевдовипадкових чисел (ГПВЧ, англ. Pseudorandom number generator, PRNG) генерує послідовність чисел, елементи якої майже незалежні один від одного і відповідають заданому закону розподілу (зазвичай рівномірному).

Статистичне моделювання - дослідження об'єктів на їх статистичних моделях; побудова і вивчення моделей реально існуючих процесів з метою отримання пояснень, а також для передбачення показників, що цікавлять дослідника.

Методи *мажоритарного резервування*, вводять вагові коефіцієнти для кожного вхідного сигналу, передісторію та інші адаптивні алгоритми.

Опис методу

Розглянемо алгоритм статистичного моделювання надійності відновлюваних мажоритарних систем на прикладі системи зі структурою «2-of-3». Введемо наступні припущення.

Припущення 1. При виявленні відмови одного з процесорних елементів системи починається процес відновлення його роботоздатності.

Припущення 2. Після відновлення роботоздатності процесорного елемента його надійність повністю відновлюється.

Припущення 3. Система роботоздатна тільки в тому випадку, якщо справні хоча б $k = 2$ елементів з $n = 3$.

Метод статистичного моделювання передбачає використання генератора псевдовипадкових чисел, за допомогою якого отримують значення напрацювання до відмови даного процесорного елемента. Вхідними даними генератора є середній час напрацювання на відмову процесорного елемента і коефіцієнт варіації наробітку на відмову. Також генератор псевдовипадкових чисел використовується для отримання значення часу відновлення процесорного елемента, що відмовив. Тут вхідними даними є середній час відновлення процесорного елемента і коефіцієнт варіації часу відновлення.

Алгоритм моделювання надійності відновлювальної системи зі структурою « k -of- n » припускає проведення N циклів моделювання. Протягом кожного циклу виконуються такі дії. Генерують напрацювання на відмову для кожного процесорного елемента системи. Після цього напрацювання ранжують за зростанням, знаходять мінімальне і генерують значення часу відновлення даного процесорного елемента, що відмовив. Якщо час закінчення відновлення виявиться більше, ніж час наступної відмови одного з процесорних елементів системи, то відмова другого процесорного елемента буде одночасно і відмовою всієї системи. Якщо час закінчення відновлення першого процесорного елемента, що відмовив не перевищує часу появи другої відмови, то воно приймається за новий поточний момент моделювання. Одночасно проводять генерацію нового часу напрацювання на відмову відновленого процесорного елемента і розрахунок залишкових напрацювань на відмову каналів системи, що не відмовили. Далі описані вище дії повторюються до того моменту, поки не буде зафіксовано відмову системи (тобто поява другої відмови раніше, ніж буде завершено відновлення першого процесорного елемента, що відмовив). Даний момент і буде значенням часу напрацювання на відмову системи.

В алгоритмі моделювання передбачається використання лічильників для фіксації кількості відмов кожного з процесорних елементів системи, які були успішно відновлені і не призвели до відмови всієї системи.

На рис. 1 представлена залежність середнього напрацювання на відмову відновлюваної системи T_c від величини середнього часу відновлення T_v при різних значеннях коефіцієнта варіації часу відновлення v_v і коефіцієнта варіації наробітку на відмову каналу v_0 . Обсяг вибірки становить $N = 100$, а напрацювання до відмови одного каналу дорівнює $T_0 = 1000$ год. З графіка видно, що при зменшенні часу відновлення каналу середнє напрацювання на відмову системи зростає. Причому, коли це

значення стає меншим 20 годин, зростання часу напрацювання на відмову значно прискорюється. При збільшенні значень коефіцієнтів варіації v_0 і v_B середнє напрацювання на відмову системи також зростає, хоча і несуттєво.

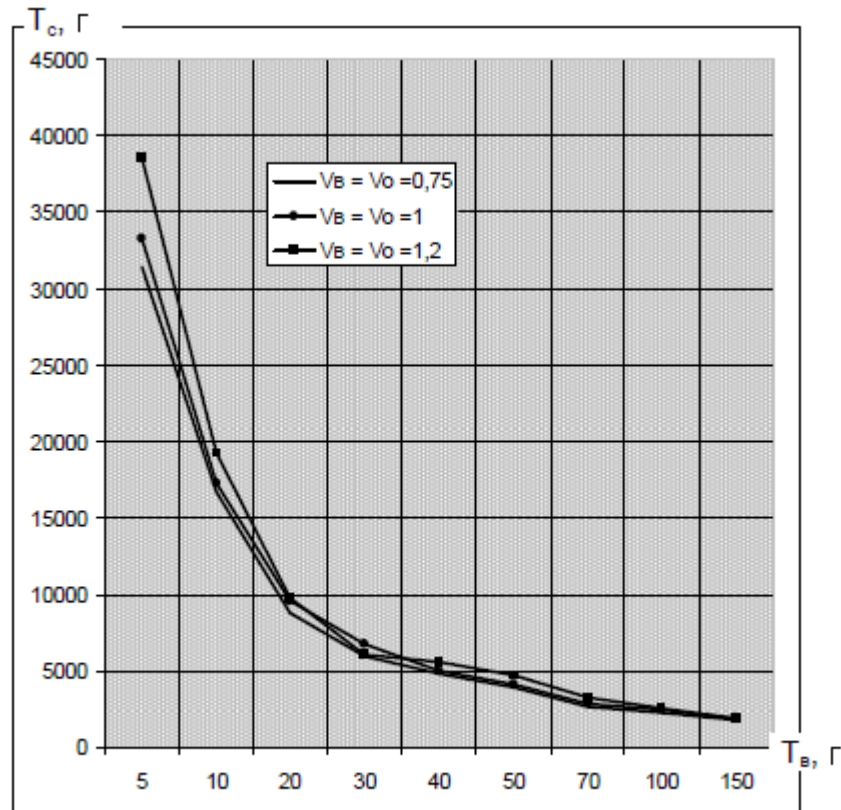


Рис. 1. Залежність середнього напрацювання на відмову відновлюваної системи T_c від величини часу відновлення T_B

Висновки

1. У роботі запропоновано метод моделювання надійності відновлювальної системи з мажоритарним ВО на основі використання генераторів псевдовипадкових чисел.

2. Середнє напрацювання відновлюваної системи з мажоритарним резервуванням перевищує, а при $T_B \leq 45$ годин значно перевищує надійність аналогічної системи, але без відновлення.

3. Зі зменшенням часу відновлення середнє напрацювання на відмову системи зростає. Для прийнятих вихідних даних найбільше зростання надійності системи спостерігається при $T_B \leq 20$ годин.

4. Зменшення коефіцієнта варіації часу відновлення також призводить до зростання середнього напрацювання на відмову системи на 20%.

Література

1. *Федухин А.В., Сеспедес-Гарсия Н.В.* К вопросу о статистическом моделировании надежности // Математичні машини і системи. – 2006. – № 1. – С. 156 – 163.
2. *Стрельников В.П., Федухин А.В.* Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. – К.: Логос, 2002. – 486