

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНОЇ РЕЗЕРВОВАНОЇ СИСТЕМИ З ПЕРЕМИКАЧЕМ

В роботі описано алгоритм та здійснено програмну реалізацію моделі надійності технічної резервованої системи з перемикачем. Розроблене програмне забезпечення (ПЗ) дає змогу аналізувати показники надійності різних варіантів побудови резервованої відновлюваної технічної системи з перемикачем для різної кількості елементів та відновлень. В ПЗ передбачено можливість візуалізації отриманих результатів обчислень за допомогою кругового графа.

This paper describes an algorithm and software implementation of reliability model of technical reserved system with a switch. The developed software gives the opportunity to analyze the reliability of different options for constructing reserved restorable technical system with a switch for different number of elements and of restores. The software provides the ability to visualize the calculation results using a circle graph.

1. ВСТУП

Надійність є одним із найважливіших показників якості складних технічних систем, які виконують відповідальні та життєво важливі функції в житті сучасного суспільства, адже використання ненадійних систем втрачає сенс. Особливістю теорії надійності є те, що в основу розвитку її методів та способів дослідження надійності складних технічних систем покладено математичне моделювання, яке уможливило проведення багатоваріантного аналізу без значних матеріально-технічних витрат. Проте складність сучасних технічних систем зумовлює великі розмірності їх математичних моделей надійності, порядку десятків-сотень тисяч, що практично унеможливило їх формування та аналіз ручними способами. Тому моделі надійності повинні мати відповідний рівень формалізації, який уможливило автоматизацію їх побудови та проведення аналізу надійності з використанням сучасних комп'ютерних засобів. Сучасний стан розвитку методів аналізу надійності технічних систем характеризується поєднанням аналітичних методів дослідження надійності з обчислювальними можливостями сучасних комп'ютерних засобів [1,2]. Підтвердженням цієї тези служать програмні продукти провідних розробників спеціалізованого програмного забезпечення, таких як PTC Windchill, ALD Reliability

¹⁰ Національний університет «Львівська політехніка»

Engineering Ltd., ITEM Software, Isograph Ltd, ReliaSoft Corporation та ін. Програмне забезпечення згаданих виробників дає змогу розв'язувати задачі аналізу і оцінки показників надійності широкого класу технічних систем, проте актуальними залишаються задачі подальшого удосконалення математичних моделей надійності, підвищення ступеня їх адекватності, покращення сервісних можливостей тощо. У даній роботі розглянуто особливості програмної реалізації моделі надійності технічної резервованої системи з перемикачем для різних варіантів структури, а також питання візуалізації результатів формування графа станів і переходів системи, що полегшує користувачеві контроль за правильністю формування її математичної моделі.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Структура технічної резервованої системи з перемикачем зображена на рис.1. До складу системи входить n ідентичних блоків, з яких один є робочим, а інші знаходяться в навантаженому резерві. Система контролю веде неперервний контроль за станом усіх блоків і у випадку відмови робочого блоку вона подає команду на схему управління перемикачем, який під'єднується до другого блоку і система продовжує нормально функціонувати. Блок, який відмовив, відновлюється (ремонтується) і після відновлення стає резервним. Якщо відмовив один із резервних блоків, він також відновлюється під час роботи системи без додаткових перемикачів. Вхідними даними для роботи програми є кількість блоків n , інтенсивності відмов блоків та схеми управління перемикачем, інтенсивності відновлень, а також пріоритет відновлень (той що перший відмовив – перший відновлюється). Особливістю даної системи полягає у тому, що в ній має значення не лише кількість відмов, а також порядок відмов блоків та схеми управління перемикачем, що впливає на формування графа станів і переходів.

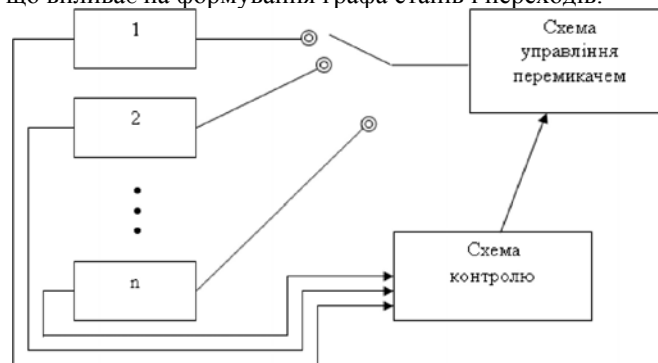


Рис. 1. Технічна резервована система з перемикачем

Програмна реалізація та дослідження тестової моделі надійності технічної резервованої системи з перемикачем.

Концептуальна діаграма роботи системи наведена в [3]. Детальніше послідовність дій користувача з програмою можна розглянути на рис.2.

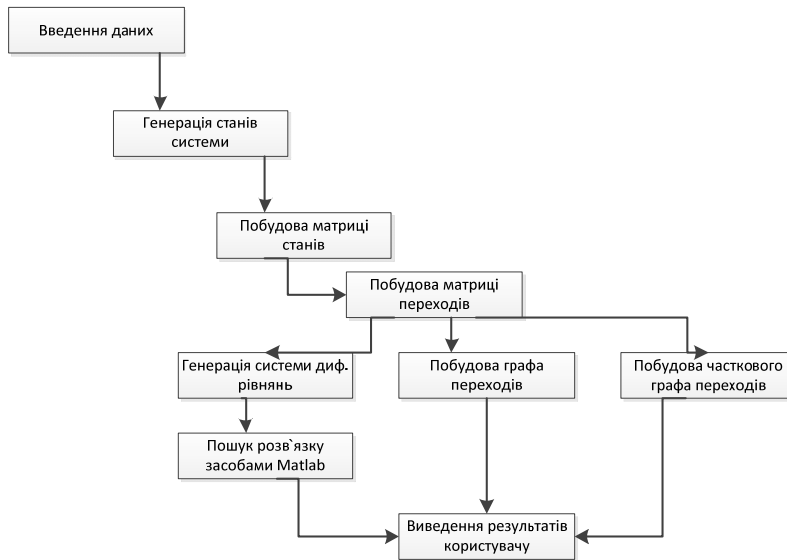


Рис. 2. Діаграма послідовності дій

У зв'язку з використанням багатомодульного підходу було здійснено реалізацію класів, які виконують поставленні завдання (рис.3).

ReabilityCore – клас, що містить об'єкти всіх інших основних підкласів. Основна ціль даного класу полягає в зібранні всього функціоналу в одному місці для подальшої зручності роботи.

DataContainer - клас, що містить функціонал пов'язаний з генерацією станів системи, а також їхнього збереження у пам'яті комп'ютера.

Drawings – клас реалізації графічного відображення даних за допомогою кругового графа, власне відповідає за графічне відображення результатів.

Matlab – клас в якому реалізовано інтерфейс сполучення Visual Studio з математичним додатком Matlab, та реалізація функціоналу щодо обчислення диференціальних рівнянь.

Emblem – клас, що реалізує графічне відображення додаткових графічних елементів інтерфейсу користувача, які служать способом введення деяких даних у систему.

EmblebProperty, *DrawingsProperty* - класи, які містять набір атрибутів для настройки графічного вигляду графа і емблеми відповідно (колір, товщина ліній, шрифти тощо).

Rect, *Points*, *GoElements*, *Statement*, *AlfaMu* – власні типи даних для зручного збереження вхідних та вихідних даних.

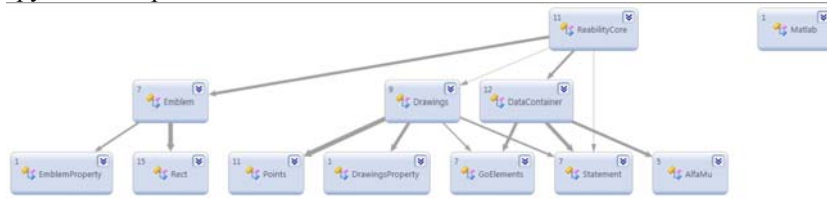


Рис. 3. Діаграма класів

Приклад інтерфейсу розробленої системи наведено на рис.4.

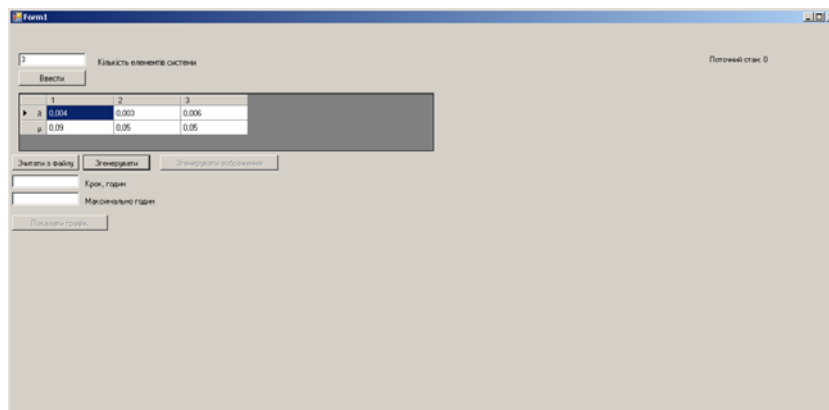


Рис. 4. Приклад інтерфейсу системи

Вхідні дані для розробленої системи представлено наступним чином:

- Кількість елементів, що входять в технічну резервовану систему, включаючи перемикач.
- Числові характеристики інтенсивності відмов та відновлення, які відомі з експериментів.

Даних вхідних параметрів є достатньо для генерації всіх можливих станів системи і відповідно матриці переходів.

На початковому етапі розробки програмного забезпечення було використано алгоритм, який передбачав використання спеціальних правил переходу з одного стану в інший. Проте під час реалізації було виявлено, що даний підхід не є оптимальним як з точки зору затрат пам'яті, так і з точки зору швидкодії. Тому було розроблено новий алгоритм, який можна описати наступним чином:

Крок 1. Задаємо початковий стан системи (вітку) від 1 до n , де n – кількість елементів в системі.

Крок 2. Визначаємо елемент, який в даний момент працює.

Крок 3. Здійснюємо прохід по циклу, додаючи новий елемент, якщо він ще не входить. Якщо вхідний елемент перемикач, то встановити елемент після якого система вийде з ладу.

Крок 4. Здійснюємо перевірку чи вхідний елемент не є елементом після якого система вийде з ладу, якщо ні перейти на крок 2, інакше на крок 5.

Крок 5. Додаємо кінцеві стани системи

Блок схема даного алгоритму подана на рис.5.

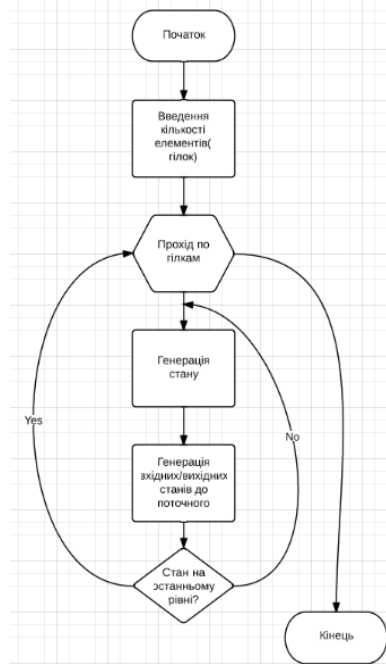


Рис. 5. Блок схема алгоритму формування станів системи

Виконавши послідовно всі дії алгоритму, буде отримано структуру даних, яка збережена в форматі *.xml і містить в собі сукупність всіх можливих станів, в яких може перебувати дана система.

Таблиця 1

Залежність кількості станів від кількості елементів

Кількість елементів	Кількість станів
3	13
4	50
5	233
6	1296
7	8429

Як показали дослідження кількість станів, сильно залежить від кількості елементів, що в неї входять (табл. 1, рис.6).



Рис. 6. Залежність кількості станів від кількості елементів.

Для візуалізації графа станів та переходів моделі надійності технічної резервованої системи було розроблено алгоритм [4], який дає можливість представляти стани та переходи між ними у вигляді кругового графу. Круговий граф було вибрано у зв'язку з більш зручною формою представлення даних. Блок схема роботи даного алгоритму подана на рис. 7.



Рис. 7. Блок схема алгоритму формування кругового графу

Нижче представлено покрокове представлення алгоритму формування кругового графу для системи з 3-х елементів:

Крок 1. Визначення кількості вершин у графі.

Крок 2. Знаходження радіуса великого кола в залежності від числа вершин.

Крок 3. Розміщення координат вершин по колу. Цей крок включає генерацію координат точок на великому колі та їх малювання згідно визначених координат

Крок 4. З'єднання вершин між собою (вивід ребер).

Приклад програмної реалізації даного графу для резервованої системи з двох елементів та необмеженим відновленням наведено на рис. 8.

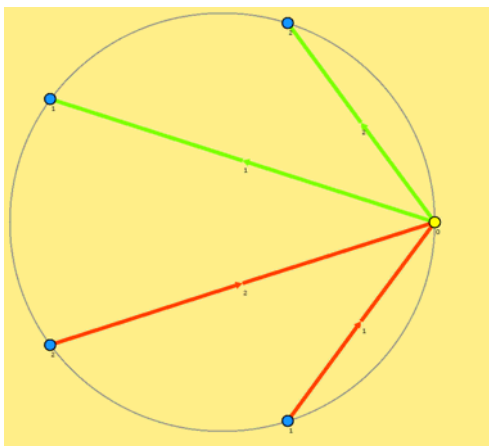


Рис. 8. Приклад кругового графу для системи з 2-х елементів

Червоними лініями позначено ремонт елемента (стрілочка повернення до стану), номер якого наведений над лінією. Зеленими лініями позначено поломку елемента (стрілочка виходу зі стану), номер якого наведений над лінією.

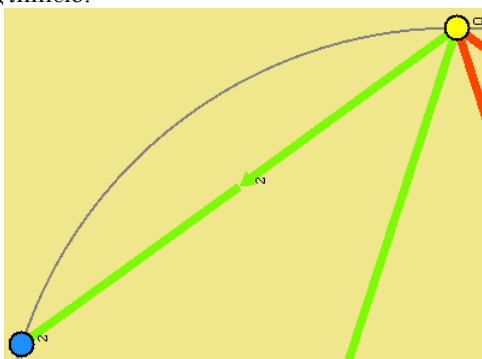


Рис. 9. Фрагмент переходу зі стану 0 в 2 (поломка 2 елем.)

3. ВИСНОВКИ

В межах даної роботи програмно реалізовано модель надійності технічної резервованої системи з перемикачем, що дало змогу автоматизувати генерацію графа станів та переходів відповідної моделі та значно зменшити часові затрати на цей процес.

В роботі здійснено розробку алгоритму та програмного засобу для візуалізації графа станів та переходів моделі надійності технічної резер-

рвованої системи з перемикачем у вигляді кругового графу, що є більш зручним для користувача. Розроблений засіб дає змогу автоматизовано опрацьовувати результати досліджень та представляти їх у зручній та зрозумілій формі

1. Бобало Ю.Я. та ін. *Математичні моделі та методи аналізу надійності радіоелектронних, електротехнічних та програмних систем: монографія* / Ю.Я.Бобало, Б.Ю.Волочій, О.Ю.Лозинський, Б.А.Мандзій, Л.Д.Озірковський, Д.В.Федасюк, С.В.Щербовських, В.С.Яковина. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. – 300 с. 2. Мандзій Б.А. *Автоматизація побудови моделей надійності резервованих та відновлюваних складних технічних систем* / Мандзій Б.А., Озірковський Л.Д. // *Східно-Європейський журнал передових технологій* №2/4(62), 2013, С.44-49. 3. Mandziy B. *Research the test model of reliability technical reservation system with diverter* / Bohdan Mandziy, Maksym Seniv, Petro Gaida // *Proc. of the VIth Intern. scient. and techn. conf. CSIT-2012, Lviv, November. 21–24, 2012.* – Lviv, 2012. – P. 72-74. 4. Fedasyuk D. *Software for visualization of reliability model technical reservation system graph of states and transitions* / Fedasyuk Dmytro, Seniv Maksym, Nytrebych Oksana // *Proc. of the IXth Intern. conf. in MEMS design MEMSTECH'2013, 16–20 April, Polyana, Ukraine.* – Lviv, 2013. – P123-124.