

Автоматизація побудови моделей надійності дубльованої електромеханічної системи з прямим пріоритетом відновлення

О. Ю. Лозинський¹, С. В. Щербовських¹

Abstract – The methods for construction automation of reliability models for doubled system with direct repair priority are suggested. The methods are performed transformation of structure and algorithmic models to discrete-continuous stochastic models of Markov and Monte-Carlo types.

Ключові слова — надійність, готовність, стратегія відновлення, марковська модель, імітаційна модель.

I. ВСТУП

Комплексна характеристика надійності, яку застосовують щодо опису відновлюваних систем, називають готовністю. Її визначення ґрунтується на складанні та опрацюванні дискретно-неперервних стохастичних моделей марковського та імітаційного типів. Під час визначення готовності дубльованих систем із різними стратегіями відновлення виявляється, що формування дискретно-неперервних моделей є набагато складнішим та трудомістким процесом, ніж подальший їх розрахунок, який здійснюємо стандартними прикладними пакетами. Постає проблема розробки методів для ефективної автоматизованої побудови таких моделей надійності систем.

II. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В роботі досліджено систему із однократним загальним заміщувальним дублюванням. Для такої системи розроблено алгоритм обмеженого відновлення із заданим пріоритетом. Алгоритм з прямим пріоритетом відновлення забезпечує ремонтування елементів у тому порядку, в якому вони відмовили. Для досягнення поставленої мети розроблена та складена структурно-алгоритмічна модель системи. Така модель максимально наближена за формою до блок-схеми надійності і описує взаємозв'язок між процесами, які протікають у системі, її структурою та алгоритмом використання і ремонтування. Розмірність моделі становить 4 процеси, 1 атрибут та 2 елементи.

Застосовуючи пряме комбінаторне перебирання та розроблені правила модифікування, на основі структурно-алгоритмічної моделі автоматично утворена проміжна модель станів та подій. Така модель встановлює взаємозв'язок між станами та подіями у проекційному зв'язку із процесами. Розмірність моделі становить 6 станів та 10 подій. Для порівняння, кількість станів системи з необмеженим відновленням обумовлено виключно її структурою. Особливість стратегій з прямим пріоритетом полягає у стані, в якому обидва елементи непрацездатні. Якщо система попадає в нього шляхом спочатку відмова основного, а потім резервного, то ремонтуємо основний елемент. У зворотному випадку, якщо спочатку відмова

резервного, а потім основного, то ремонтуємо резервний. Виникає протиріччя, що в одному і тому ж стані повинні ремонтуватись різні елементи, залежно від черговості настання відмов. З метою його уникнення вводимо у розгляд уявний процес із нульовою інтенсивністю, який назвемо атрибутом, що позначає пріоритет відновлення. Звичайно, розгляд додаткового процесу призводить до ускладнення моделі, проте застосування засобів автоматизованої побудови моделі цілком знімає це зауваження.

Наступний крок полягає у перетворенні фактичних законів розподілу процесів, які протікають у системі, до законів розподілу фазового типу. Застосовуючи тензорне множення та узагальнене додавання таких розподілів, на основі моделі станів та подій, автоматично сформована дискретно-неперервна стохастична модель марковського типу розмірністю 48 фаз. Така модель встановлює взаємозв'язок між фазами та переходами системи, а також зв'язок фаз із характеристиками надійності. З метою порівняння результатів, застосовуючи моделювання випадкового руху системи графом станів та подій, автоматично утворена дискретно-неперервна стохастична модель імітаційного типу розмірністю 100 000 ітерацій. Така модель містить набори статистичних вибірок інтервалів працездатності та моментів часу появи відмов. За вказаними дискретно-неперервними стохастичними моделями обчислені характеристики готовності системи [1]. Опрацювання моделей марковського типу виконано чисельним інтегруванням, а моделей імітаційного типу — статистичними методами.

III. ВИСНОВОК

Розроблено методи автоматизованої побудови моделей надійності для дубльованої електромеханічної системи з прямим пріоритетом відновлення. Такі методи забезпечують ефективне формування дискретно-неперервних стохастичних моделей марковського та імітаційного типів на основі заданої структурно-алгоритмічної моделі системи. Подальші дослідження скеровані на розробку графічного інтерфейсу для складання структурно-алгоритмічних моделей.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

[1] O.Yu.Lozytsky, S.V.Shcherbovskyykh «Failure Intensity Determination Using Markov Reliability Model for Renewal Non-Redundancy Systems», *Electrical Review*, vol. 85, N 4, pp. 89–91, 2009.

¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, УКРАЇНА, E-mail: olozytsky@polynet.lviv.ua