

**ВІРТУАЛЬНИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РОЗРОБКИ СТРУКТУРНО-
АЛГОРИТМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ**

© Сергій Щербовських, 2011

У статті подано опис віртуального тренажеру для автоматизованої розробки моделей надійності відновлюваних електромеханічних систем.

Ключові слова: надійність, готовність, структурно-алгоритмічна модель.

In the paper the description of virtual simulator for automated development of renewal electromechanical system reliability models is shown.

Keywords: reliability, availability, structure and algorithm model.

Вступ. Забезпечення надійності є важливим аспектом, якому приділяють увагу на усіх етапах життєвого циклу технічних систем. Визначення характеристик надійності відновлюваних електромеханічних систем ґрунтується на застосуванні дискретно-неперервних стохастичних моделей марковського і імітаційного типів. Для автоматизованого формування та подальшого їх опрацювання розроблено спеціальне математичне та програмне забезпечення. Дана робота присвячена створенню віртуального тренажера для візуалізації введення інформації, необхідної для завдання моделей надійності відновлюваних систем.

Опис віртуального тренажера. Для визначення характеристик надійності відновлюваної електромеханічної системи на основі методів [1], її опис необхідно формалізувати у вигляді структурно-алгоритмічної моделі. Така модель встановлює взаємозв'язок між процесами, структурою та алгоритмом використання та ремонтування системи. Для візуального подання структурно-алгоритмічної моделі необхідно розробити взаємозв'язану множину блоків: 1) процес, 2) перемикач, 3) вузол, 4) порт та 5) модель.

Блок процесу призначений для означення процесів, які протікають у досліджуваній системі. Для нього задаємо тип процесу, закон розподілу, параметри розподілу, множину відновлення, а також функції швидкості, ініціалізації та події.

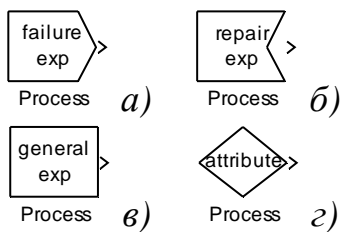


Рис. 1. Блоки процесів

Існує чотири основних типи процесів: використання (напрацювання) (рис. 1а), ремонтування (рис. 1б), узагальнений процес (рис. 1в) та атрибут (рис. 1г). Залежно від типу процесу застосовуємо попередньо розроблені правила формування моделі, або, як для атрибуту та узагальненого процесу, — формуємо такі правила самі. У блоці реалізовано основні закони

розподілу, які застосовують під час визначення надійності: експоненціальний, Вейбулла, Релея, логарифмічний нормальний тощо, а також є можливість додати нові. Множина відновлення вказує номери процесів, які перезапускаємо у результаті завершення вказаного процесу. Якщо ремонтування необхідно задати миттєвим, то таку множину означаємо для відповідного процесу використання. Функції швидкості, ініціалізації та події використовуємо для спеціальних налаштувань моделі, таких як зміна швидкості протікання процесу у наслідок зміни конфігурації системи тощо. Блок перемикача призначений для означення перемикачів, які утворюють структурну схему надійності системи. За такою схемою визначаємо працездатність та непрацездатність системи, а також, які події є відмовами, пошкодженнями та відновленнями.

Для блоку перемикача задаємо тип, полярність, а також процес, який керує ним, та вузли, які він сполучає. Існує два типи перемикачів: нормально розімкнений (рис. 2а) та нормально замкнений (рис. 2б). Полярність задаємо логічною ознакою. Якщо вона задана false, то перемикач неполярний і у замкненому стані передає сигнал в обидві сторони, інакше — в одному напрямку, який умовно вказаний діодом (рис. 2в, г). Полярність перемикача важливою лише для систем, які містять елементи із невизначеним напрямком проходження сигналу, наприклад, місткова структурна схема тощо. Блок вузла (рис. 3а) призначений для з'єднання між собою перемикачів, а також перемикачів із входами та виходами схеми. Для такого блоку достатньо вказати лише кіль-

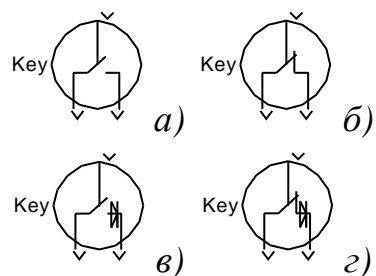


Рис. 2. Блоки перемикачів

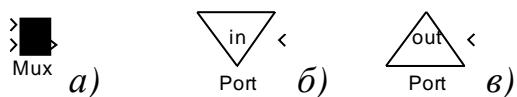


Рис. 3. Блоки вузла та портів

кість з'єднань. Блок порту призначений для завдання типу термінальних вузлів, які можуть бути вхідними (рис. 3б) чи вихідними (рис. 3в). Блок моделі

забезпечує передавання даних із блочної схеми до наступних обчислювальних модулів, а також для завдання робочих параметрів, які стосуються усієї моделі загалом, зокрема, модельного часу та типу розрахункової моделі. В тренажері

застосовуємо два типи моделей: марковську та імітаційну (Монте-Карло), причому допускається можливість одночасного їх використання. Окрім зазначеного, для моделі марковського типу є можливість вибору обчислювати весь перехідний процес чи лише усталене його значення, що є важливим для відновлюваних систем.

Підчас розрахунку за блочною схемою структурно-алгоритмічної моделі створюємо проміжну модель станів та подій. Далі за моделлю станів та подій, залежно від налаштувань, формуємо дискретно-неперервні стохастичні моделі марковського та імітаційного типів. Опрацювання моделі марковського типу виконуємо стандартним методом чисельного інтегрування із адаптивним кроком для жорстких диференціальних рівнянь, а моделі імітаційного типу — застосуванням розроблених статистичних процедур. У результаті користувач отримує вікно, в якому подані функції інтенсивності потоку відмов $z(t)$ та готовності $A(t)$. Для моделі марковського типу є можливість викликати вікно в якому побудована її діаграма станів та переходів, а також структура розрідженості матриці інтенсивності переходів.

Висновки. Розроблено віртуальний тренажер для створення моделей надійності відновлюваних електромеханічних системи. Тренажер засобами графічного інтерфейсу забезпечує розробку структурно-алгоритмічної моделі надійності досліджуваної системи. За такою моделлю автоматизовано формуємо модель станів та подій, дискретно-неперервні стохастичні моделі марковського та імітаційного типів, і за ними визначаємо характеристик готовності. Порівняно із віртуальними тренажерами консольного типу, запропонований тренажер має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, простий у вивченні, а також застосуванні.

Література

9. Shcherbovskykh S. V. *Failure Intensity Determination for System with Standby Doubling* / S. V. Shcherbovskykh, O. Yu. Lozynsky, Ya. Yu. Marushchak // *Electrical Review*. — 2011. — Vol. 87, No 5. — P. 160–162.