

ВСТУП

Забезпечення надійності технічних систем, відмови в яких потенційно загрожують здоров'ю та життю людей, довіллію або призводять до значних матеріальних збитків, є важливим питанням, яке розглядають під час їх проектування. Теорія надійності як самостійний науково-технічний напрям з'явилась в 50-х роках ХХ ст. Її поява спричинена тим, що почали масово розробляти та впроваджувати складні технічні системи, проте наявна на той час елементна база мала низьке середнє напрацювання до відмови, що призводило до високої частоти відмов цих систем. Упродовж наступних десятиліть у працях таких відомих вчених, як Ю. К. Беляєв, Б. В. Гнеденко, С. В. Гуров, Г. В. Дружинін, І. М. Коваленко, Б. А. Козлов, Б. П. Креденцер, А. М. Половко, Ю. М. Руденко, І. А. Рябінін, В. П. Стрельніков, А. Д. Соловійов, І. О. Ушаков, Г. М. Черкесов, R. E. Barlow, Chanan Singh, B. S. Dhillon, E. J. Henley, Hiromitsu Kumamoto, F. Proschan та ін., сформовані фундаментальні засади теорії надійності. В інженерій практиці набув поширення метод еквівалентної інтенсивності відмов, який широко використовують дотепер у стандартах різних країн світу, зокрема у ГОСТ серії 27, MIL-217, Bellcore / Telcordia, NSWC і т.д.

Сучасний стан проблеми характеризується зміною акцентів, пов'язаною із застосуванням новітніх технологій, що забезпечили високонадійну елементну базу, а також із подальшим ускладненням структури систем та процесів, які в них відбуваються. Сьогодні лише одного твердження про те, що система може відмовити із вказаною еквівалентною інтенсивністю, вже недостатньо. Необхідно якісно та кількісно обґрунтувати, як саме відмови окремих елементів впливають на працездатність системи загалом, тому на передній план виходять аналіз видів, наслідків та критичності несправностей (FMEA / FMESCA), аналіз дерева відмов (FTA) та блок-схем надійності (RBD), посилюється значення імітаційного моделювання методом Монте-Карло та марковського аналізу. Зазначені методи ґрунтуються на громіздкому математичному апараті та ефективно можуть бути застосовані лише за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, провідними розробниками якого є PTC Windchill (колишній Relx), ALD Reliability Engineering Ltd., ITEM Software, Isograph Ltd., ReliaSoft Corporation.

Пропонована праця присвячена розробці моделей та методів для визначення характеристик надійності відновлюваних багатотермінальних систем. Під багатотермінальною системою розуміємо таку систему, яка виконує одночасно декілька автономних функцій. Наприклад, електротехнічна система, яка складається із джерела електричної енергії та двох електричних машин, розміщених у різних цехах підприємства. Відмова першої електричної машини призводить до припинення функціонування першого цеху, проте другий цех продовжує виконувати задану функцію, оскільки друга електрична машина працездатна. Для багатотермінальної системи не існує поняття працездатності або непрацездатності усієї системи, а її надійність характеризує для кожної функції окремо. Зауважимо, що відмова джерела спричиняє непрацездатність одночасно обох електричних машин, а такий стан системи трактуємо як непрацездатність кожної із її функцій окремо. В інженерній практиці характеристики надійності багатотермінальних систем визначають на основі множини заступних двотермінальних моделей, які складають для кожної функції окремо. Двотермінальна модель, яку задають деревом відмов або блок-схемою надійності, описує зв'язність вхідного терміналу, яким є джерело живлення, із вихідним, яким є одна із електричних машин. На основі двотермінальної моделі формують марковську модель або виконують імітаційне моделювання методом Монте-Карло, за якими визначають характеристики надійності системи для кожного терміналу. Для низки систем, зокрема електротехнічних, непрацездатність окремих елементів спричиняє зміну навантаження решти працездатних. Якщо непрацездатність елемента, пов'язаного із виконанням однієї функції, впливає на навантаження елементів, пов'язаних із виконанням іншої, то засобами лише двотермінальних моделей адекватно описувати надійність такої системи некоректно. Виникає ситуація, за якої спостерігаємо недовантаження або перевантаження групи елементів у системі, але показати, як кількісно це впливає на характеристики її надійності, не можемо. Для усунення такого протиріччя необхідно розробити багатотермінальні моделі надійності, а також методи автоматизованого їх формування, які здатні враховувати не лише зв'язність вхідного терміналу із кожним вихідним, а ще взаємний вплив між ними за навантаженням. Вирішення цієї проблеми підвищить точність прогнозування показників надійності таких систем, а також скоротить час на їх проектування.