СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

УДК 519.872

М.Ю. КУЗНЄЦОВ
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна;
Навчально-науковий фізико-технічний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна,
e-mail: *kuznetsov2024@ukr.net*.

І.М. КУЗНЄЦОВ
Навчально-науковий фізико-технічний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна,
e-mail: *sea_hawk@icloud.com.*

А.А. ШУМСЬКА
Навчально-науковий фізико-технічний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна,
e-mail: *shumska-aa@ukr.net.*

ПРИСКОРЕНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ МЕРЕЖ, ЩО СКЛАДАЮТЬСЯ З ДУГ ПОМІРНОЇ НАДІЙНОСТІ

Анотація. Розглянуто мережу з метою постачання деякої продукції (газ, енергія, нафта, аміак тощо). Ця мережа подається у вигляді орієнтованого графу. Вона з'єднує постачальників із споживачами. Відомі ймовірності відмови дуг графу. Досліджується випадок відносно низької надійності дуг. Багатократне резервування шляхів постачання забезпечує високу надійність функціонування мережі. Для прискорення моделювання запропоновано вимірювати вплив дуг на надійність мережі з використанням мінімальних перерізів відмов. При цьому дуги поділяються на основні та неосновні. Запропоновано метод побудови асимптотично незміщених оцінок, який складається з трьох основних етапів та одного попереднього. На попередньому етапі з'ясовується, які саме дуги можна вважати неосновними, тобто такими, що лише незначно впливають на надійність всієї мережі. На першому та другому етапах алгоритму відмова неосновних дуг моделюється звичайним методом Монте-Карло, що суттєво зменшує кількість перерізів відмов та вилучає низку дуг із розгляду. На третьому етапі за допомогою аналітичних формул будується оцінка ймовірності відмови мережі. Наведено числові приклади, які підтверджують високу точність оцінок, отриманих запропонованим методом. Здійснено порівняльний аналіз з оцінками, отриманими методом Монте-Карло.

Ключові слова: мережа, надійність, метод Монте-Карло, прискорене моделювання, оцінка, відносна похибка.

DOI 10.34229/KCA2522-9664.26.6.4

ВСТУП

Одним із факторів, що суттєво впливають на безпеку держави, є побудова надійних систем мережевої структури. До таких систем надежать, зокрема, мережі магістральних та локальних нафто- та газопроводів, аміакопроводи, лінії передачі енергії, телекомунікаційні мережі тощо. Підвищення надійності вдається досягти через виявлення «слабких місць» мережі та багатократного цілеспрямованого резервування шляхів постачання «товару», що є достатньо дорогою процедурою. Для зменшення витрат дослідник має мати високоточний математичний апарат, який водночас із обчисленням надійності мережі має визначати ділянки, що є найбільш проблемними стосовно надійності [1–4].

© М.Ю. Кузнєцов, І.М. Кузнєцов. А.А. Шумська, 2026