

# ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРУБОПРОВІДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

*Сенчук Т.С., Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*

Надійність трубопровідних мереж є запорукою екологічної безпеки регіонів і сталого життєзабезпечення населення. Тому дуже важливим є питання обчислення показників надійності як для діючих, так і трубопровідних мереж, що проектуються [1].

Сучасні інформаційні й комп'ютерні технології дозволяють створювати віртуальні системи і здійснювати збір даних щодо поведінки трубопровідних систем. Такі дані ні в чому не поступаються звичайним статистичним даним. Більш того, у віртуальних системах можна управляти масштабом часу та стиснути період експлуатації системи до тривалості роботи програми. При цьому реальні періоди експлуатації систем, які вимірюються роками, замінюються віртуальними, які вимірюються секундами.

Скороминучість роботи комп'ютерних програм дозволяє кардинально змінити якість розрахунку та перевірки отриманих результатів. Тепер немає потреби будувати довірчі інтервали для досліджуваного показника, оскільки багаторазове повторення експерименту, згідно закону великих чисел, приводить до дійсного значення показника функціональної надійності:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{P}_i^f = P^f, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість експериментів з перевірки адекватності моделі,  $n \rightarrow \infty$ ;  $\tilde{P}_i^f$  – випадкове значення показника функціональної надійності при  $i$ -му експерименті;  $P^f$  – адекватне, значення показника функціональної надійності.

Інформаційна технологія розрахунку функціональної надійності за формулою (1) припускає, що програмно реалізовані всі етапи методу «аварійно-ремонтних зон» (методу АРЗ) для визначення  $\tilde{P}_i^f$ ,  $i = \overline{1, n}$ , а саме: введення всіх початкових даних щодо структури та параметрів трубопровідної мережі, побудова графу трубопровідної мережі, розбиття графу трубопровідної мережі на підграфи АРЗ, розрахунок безвідмовної роботи кожної АРЗ; перетворення графу трубопровідної мережі до графу АРЗ, спрощення графа АРЗ, побудова розрахункової схеми функціональної надійності, формування математичної моделі показника функціональної надійності відносно того чи іншого споживача та його розрахунок [2].

Нехай для системи довільної складності за допомогою методу АРЗ побудовані математичні моделі та розраховані показники функціональної надійності системи стосовно кожного споживача системи, тобто визначені величини  $P^{f_k}$ , де  $k = \overline{1, P}$ ;  $P$  – загальна кількість споживачів.

Тоді обчислювальний експеримент з розрахунку показника функціональної надійності для трубопровідних систем довільної складності повинен припускати розробку та налагодження програмного забезпечення для наступних про-

цедур: розбиття за початковими даними всіх трубопровідних ділянок на однорідні групи; розташування трубопровідних ділянок кожної однорідної групи в одну координатну лінію; визначення параметрів відмов трубопровідних ділянок; прив'язку відмов трубопровідних ділянок до аварійно-ремонтних зон; складання карти впливу відмов у АРЗ та запірної арматури на постачання цільового продукту конкретним споживачам; побудову основної осі часу для строкової діаграми постачання цільового продукту конкретному споживачеві мережі та її дублювання для відмов кожної АРЗ і кожної засувки; побудову відрізків, що визначають час виникнення і тривалість відмов в АРЗ або запірній арматурі, на відповідній дубльованій осі; коригування розташування відрізків на кожній вісі у разі їх перекриття; розрахунок показника функціональної надійності стосовно кожного споживача. Повторення процедур вказаної послідовності для кожного споживача системи. Повторення всіх процедур певну кількість разів для отримання математичного сподівання показника функціональної надійності за формулою (1) та його порівняння зі значенням показника за методом АРЗ. Наведена послідовність процедур є універсальною, оскільки дозволяє перевірити адекватність математичних моделей функціональної надійності систем з довільною структурою і складом трубопровідних мереж.

Результати обчислювального експерименту за наведеною методикою можуть мати незначні відхилення від розрахункових значень, що отримані за методом АРЗ. Це пояснюється вимушеним округленням числа відмов на запірній арматурі до цілої величини. Для забезпечення повного збігу результатів розрахунку та експерименту треба так підбирати параметри системи, що беруть участь у визначенні кількості відмов, щоб процедура округлення була відсутня.

Проведені обчислювальні експерименти з розрахунку та перевірки математичних моделей, отриманих методом АРЗ, переконливо підтверджують теоретичну спроможність самого методу й правомірність його використання для отримання адекватних математичних моделей функціональної надійності трубопровідних систем будь-якої складності. Основним науковим результатом роботи є розробка універсальної методології перевірки адекватності математичних моделей розрахунку ймовірності безперебійного постачання цільового продукту споживачам, що базується на проведенні низки обчислювальних експериментів із залученням цифрових генераторів випадкових чисел. Основним практичним результатом є підтвердження правомірності використання методу АРЗ для побудови математичних моделей функціональної надійності трубопровідних мереж зі складною структурою.

### **Список використаних джерел**

1. Ильин, Ю.А. Надёжность водопроводных сооружений и оборудования [Текст] / Ю.А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.
2. Функціональна надійність трубопровідних транспортних систем [Текст] / М.І. Самойленко, І.О. Гавриленко; за ред. М.І. Самойленка. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 184 с.