

УДК 621.391

Є.В. Шубін, Ан.М. Носик, А.М. Ткачов

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків***ФОРМУВАННЯ МНОЖИНИ ПОЧАТКОВИХ РІШЕНЬ В ЕВОЛЮЦІЙНИХ АЛГОРИТМАХ СИНТЕЗУ ТОПОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ**

*В роботі запропоновано метод формування множини початкових топологічних структур телекомунікаційних мереж для застосування в еволюційних алгоритмах. При формуванні топологічних структур мереж даним методом між вузлами мережі вводяться канали зв'язку з заздалегідь визначеними ймовірностями при яких забезпечується мінімум математичного очікування загальної протяжності всіх каналів зв'язку, при обмеженні на кількість каналів зв'язку, що очікуються, інцидент них кожному центру комутації.*

**Ключові слова:** телекомунікаційна мережа, топологічна структура, еволюційний алгоритм, канал зв'язку, будівельні блоки.

**Вступ**

**Постановка проблеми.** На цей час для вирішення складних задач оптимізації, коли неможливо зафіксувати властивості функціональної залежності вихідних параметрів від вхідних, а здійснити аналітичний опис цієї залежності ще складніше, застосовують еволюційні алгоритми. До такого класу задач відноситься і задача синтезу топології телекомунікаційної мережі. Дана задача може бути розглянута як пошук такої топології, яка мінімізує витрати на підсистему каналів зв'язку, враховуючи обмеження по надійності та затримці в передачі інформації. Це NP-складна задача оптимізації [1].

Точність рішення, отриманого еволюційними алгоритмами, та час його пошуку в значній мірі залежать від множини початкових рішень, що обумовлює актуальність створення ефективних методів формування множини початкових рішень (топологій).

**Аналіз відомих досліджень і публікацій.** Існує дві основні проблеми, стосовно множини рішень (популяції), це її розмір та процедура формування початкової множини рішень [2, 3].

Відповідно теорії будівельних блоків [2], для успішної роботи генетичного алгоритму, який є різновидністю еволюційних алгоритмів, множина рішень повинна утримувати достатню кількість будівельних блоків. Виходячи з цього, метод формування початкової популяції повинен забезпечувати формування множини з достатньою кількістю будівельних блоків.

Існуючі методи формування початкової множини можуть бути розділені на дві основні різновидності: евристичні та стохастичні [3, 4]. При стохастичному способі – гени хромосоми, що кодує рішення, приймають значення з заданого алфавіту випадковим чином. В евристичних методах хромосоми формуються за допомогою евристик, які використовують апріорну інформацію про характер задачі.

**Мета статті.** Метою даного дослідження є розробка стохастичного метода синтезу субоптимальних топологічних структур телекомунікаційної мережі за критерієм мінімальної сумарної довжини каналів зв'язку між вузлами мережі, які можуть бути використані для формування множини початкових топологій в еволюційних алгоритмах.

**Основний зміст**

В запропонованому методі, формування початкової множини топологічних структур, здійснюється наповненням її топологічними структурами мереж, утворення яких пропонується здійснювати шляхом введення каналу зв'язку між вузлами  $i$  та  $j$  мережі випадковим чином з заданою ймовірність  $p_{i,j}$ .

На рис. 1 наведено запропонований алгоритм формування топологічної структури для множини початкових структур телекомунікаційних мереж в еволюційному алгоритмі.

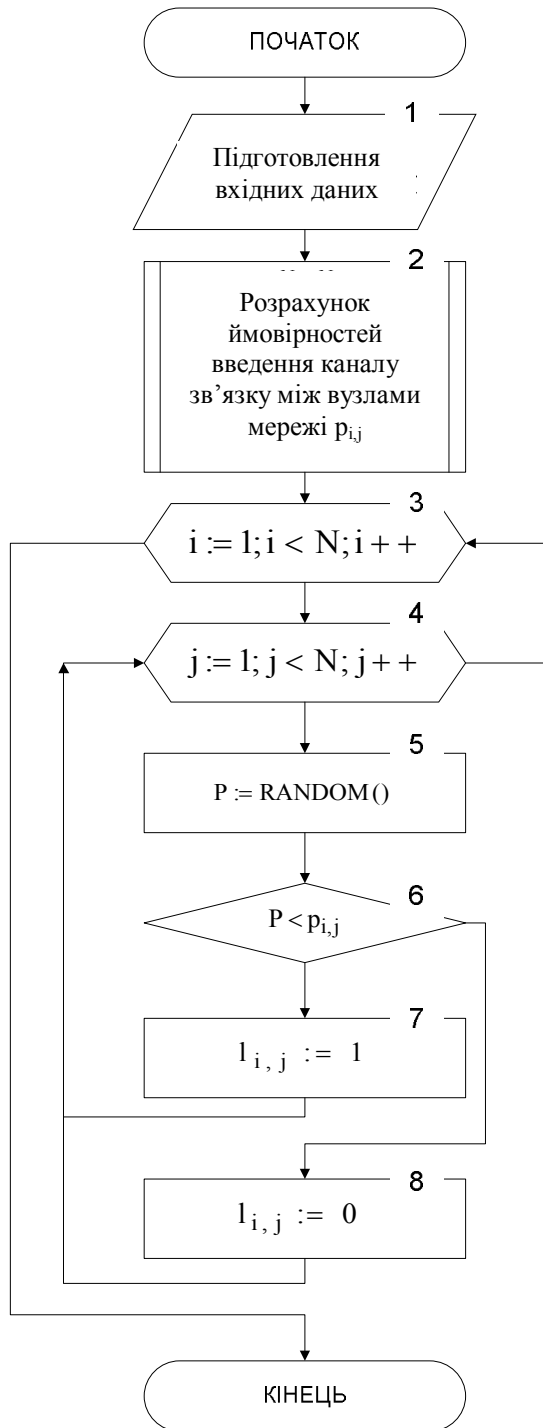


Рис. 1. Алгоритм формування топологічної структури телекомунікаційної мережі

Блок 1. Здійснюється підготовлення вхідних даних.

Блок 2. Розрахунок ймовірностей введення каналу зв'язку між вузлами мережі  $p_{i,j}$ .

Блок 3, 4. Організація циклів перебору всіх можливих пар вузлів  $i$  та  $j$ .

Блок 5. Отримання випадкової величини з діапазону значень від 0 до 1.

Блок 6. Порівняння Випадкової величини отриманої в блоці 5, з ймовірністю введення каналу зв'язку між вузлами  $i$  та  $j$ . У разі виконання умови введення каналу зв'язку між даними вузлами (блок 6) у іншому випадку канал зв'язку відсутній (блок 7).

Розрахунок значення ймовірності  $p_{i,j}$  пропонується здійснювати відповідно до метода наведеного в роботі [5] за виразом:

$$p_{i,j} = \frac{\mu_{KC}}{\sum_{l=1}^N \sum_{m=1}^N \left(1 - \frac{l_{l,m}}{\max(L)}\right)} \cdot \left(1 - \frac{l_{i,j}}{\max(L)}\right),$$

де  $L = \|l_{i,j}\|_{i,j=1\dots N}$  - матриця відстаней між усіма вузлами мережі;  $\mu_{KC}$  - математичне очікування кількості каналів в мережі; при забезпеченні виконанні умови:

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N l_{i,j} p_{i,j},$$

та двобічному обмеженні на ймовірність введення каналу зв'язку

$$p_{\min} \leq p_{i,j} \leq p_{\max} \quad i, j = \overline{1, N}, i \neq j,$$

де  $p_{\min}$ ,  $p_{\max}$  - мінімально та максимально дозвалені ймовірності введення каналу зв'язку, а також обмежені на кількість введених каналів зв'язку, що очікуються, для кожного вузла мережі  $k_i$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^N p_{i,j} \geq k_i, \quad i = \overline{1, N}.$$

Дана задача є задачею лінійного програмування і може бути вирішена застосуванням симплекс метода. На рис. 2 наведено значення ймовірностей введення каналів зв'язку між всіма парами вузлів телекомунікаційної мережі, що отримані в результаті застосування симплекс методу до поставленої задачі, а також відстані між ними.

**Висновки**

Експериментальні дослідження показали перевагу запропонованого методу визначення ймовірностей введення каналів зв'язку, при формуванні топологій для множини початкових рішень, в порівнянні з іншими (рис. 3).

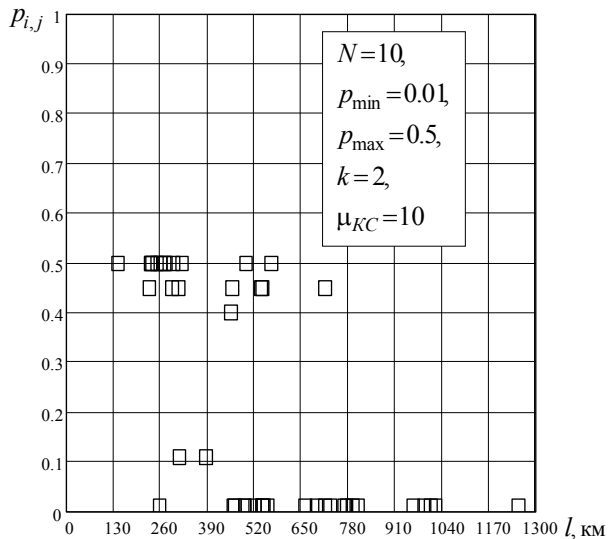


Рис. 2. Ймовірність введення каналів зв'язку

Математичне сподівання вартості топології, при множині початкових рішень з 45 топологій, отримане даним методом, менше математичного очікування вартості топологій отриманих іншими методами при розмірах множини 90 і 135. Дані результати дозволяють зробити висновок, що запропонований метод дозволяє значно підвищити ефективність роботи еволюційних алгоритмів синтезу топологічної структури телекомунікаційної мережі і як результат отримати задовільні рішення при відносно малих розмірах популяції.

Отримані результати дозволяють також зробити висновок, що використання апріорної інформації про характер задачі, що вирішується, при формуванні початкової множини рішень в еволюційних алгоритмах, значно підвищує їх ефективність. В даному випадку такою інформацією є відстань між вузлами мережі та математичне очікування кількості каналів в ній.

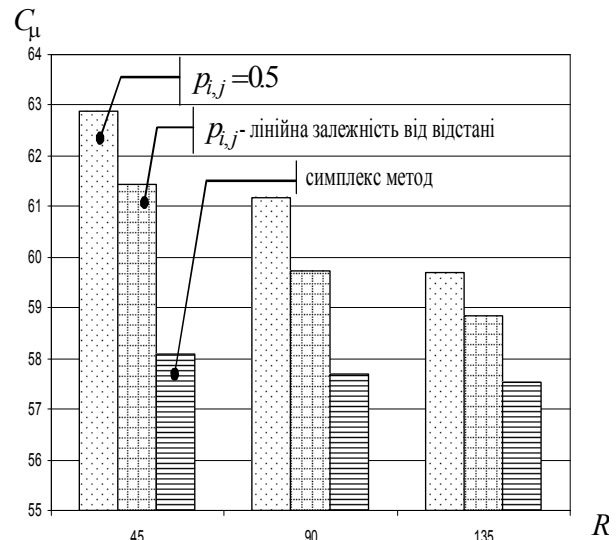


Рис. 3. Залежність математичного сподівання вартості топології від розміру популяції

### Список літератури

1. Касьянов В.Н. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение / В.Н. Касьянов, В.А. Евстегнеев. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 1104 с.
2. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning / D.E. Goldberg. – Addison-Wesley Pub. ISBN: 0201157675, 1989.
3. Hue X. Genetic Algorithms for Optimization: Background and Applications/ X. Hue. – Edinburgh Parallel Computing Centre, Univ. Edinburgh, Scotland, Ver 1.0. 1997.
4. Raymond R. Hill. A monte carlo study of genetic algorithm initial population generation methods // Proc. of the 1999 Winter Simulation Conf. – Phoenix (USA), 1999. – P. 543-547.
5. Шубин Е.В. Метод синтеза топологической структуры сети передачи данных по критерию минимальной стоимости с использованием генетического алгоритма: Дис. ... канд. техн. наук: 05.12.02. – Харьков, 2005. – 172 с.

Надійшла до редколегії 10.10.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент О.В. Лемешко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

### ФОРМИРОВАНИЕ МНОЖЕСТВА НАЧАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМАХ СИНТЕЗА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Е.В. Шубин, Ан.М. Носик, А.М. Ткачев

В данной работе разработан стохастический метод синтеза топологической структуры телекоммуникационной сети, который может быть использован в эволюционных алгоритмах поиска субоптимальных топологий телекоммуникационных сетей, при формировании начального множества топологий. В предложенном методе между узлами сети вводятся каналы связи с заданной вероятностью. Заданная вероятность обеспечивает минимальное математическое ожидание суммарной длины каналов связи сети, при ограничении на ожидаемое количество каналов связи у каждого узла.

**Ключевые слова:** телекоммуникационная сеть, топологическая структура, эволюционный алгоритм, канал связи, строительный блок.

### FORMATION OF THE SET OF INITIAL DECISION EVOLUTIONARY SYNTHESIS ALGORITHM TOPOLOGICAL STRUCTURE TELECOMMUNICATION NETWORK

E.V. Shubin, An.M. Nosik, A.M. Tkachov

In this work a stochastic method of synthesis of the topological structure of the telecommunications network, which can be used in evolutionary algorithms find suboptimal topology of telecommunication networks, the formation of the initial set of topologies. The proposed method between network nodes are introduced communication channels with a given probability. The desired probability provides the minimum expectation of the total length of channels of communication network, while limiting the expected number of channels in each node.

**Keywords:** telecommunications network, the topological structure, an evolutionary algorithm, the channel is holy, the building block.