

УДК 621.391

Є.В. Шубін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

**КОДУВАННЯ ТОПОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ У ГЕНЕТИЧНОМУ АЛГОРИТМІ**

У даній роботі розглянуто питання ефективності кодування топології комп'ютерної мережі в задачі синтезу її топологічної структури методом генетичного алгоритму. Запропоновано показник за яким здійснюється оцінка раціональності кодування топології комп'ютерної мережі. Запропоновано метод кодування топологічної структури комп'ютерної мережі, який ґрунтується на генетичному алгоритмі та забезпечує підвищення ефективності пошуку раціональної топологічної структури мережі.

**Ключові слова:** комп'ютерна мережа, топологія, генетичний алгоритм.

**Вступ**

**Постановка проблеми.** Сучасне суспільство знаходиться в значній залежності від надійності функціонування комп'ютерних мереж (КМ). Вихід з ладу елементів комп'ютерної мережі може привести до наслідків, що переважають наслідки аварій енергосистеми, а у випадку, якщо це системи силових або транспортних відомств, наслідки можуть мати катастрофічний характер. В зв'язку з чим проблема створення надійних, економічно доцільних КМ носить актуальний характер.

**Аналіз відомих досліджень і публікацій.** Вартість та структурна надійність комп'ютерних мереж в значній мірі визначається їх топологічною структурою. Тому перед розробниками КМ постає задача синтезу раціональної топологічної структури мережі. Існуючі методи синтезу топологічної структури КМ [1, 2] мають ряд недоліків, а саме: збігання до локальних оптимумів, що обумовлено їх градієнтністю та евристичністю; необхідність багаторазового застосування методів до різних початкових топологічних структур мережі; відсутність загальних методів синтезу початкових топологій; використання коефіцієнту зв'язності як показника структурної надійності [3]. В зв'язку з чим набуває актуальності задача розробки ефективних методів синтезу топологічної структури КМ.

Одним з перспективних підходів до вирішення даної задачі є застосування генетичного алгоритму (ГА) в якості методу синтезу топологічної структури КМ [3]. Розробка методу ГА синтезу топологічної структури КМ потребує вирішення ряду задач серед яких є і задача вибору виду оператора перетину.

Дослідження [4, 5] показали, що ефективність пошуку рішення ГА в значній мірі залежить від виду оператора перетину. При цьому, ефект від застосування певного виду оператора перетину знаходиться в безпосередній залежності від прийнятого способу кодування рішень [6]. Дане твердження співвідноситься і з гіпотезою про будівельні блоки [7], що

дозволяє стверджувати, що проблема кодування, для генетичного алгоритму, набуває критичного значення.

**Мета статті.** Метою даного дослідження є визначення раціонального способу кодування топологічної структури КМ для випадку застосування одноточечного оператора перетину.

**Основний зміст**

В [6] при аналізі впливу виду оператора перетину на ефективність пошуку рішення в якості показника, що характеризує ефект від його застосування, використовувалась імовірність виникнення нової комбінації каналів зв'язку  $p_i$  для  $i$ -го вузла КМ в результаті застосування оператора перетину. Цей показник дозволив оцінити інтенсивність комбінування каналів для кожного вузла КМ під час роботи ГА. Проведені дослідження показали, що для запропонованого в [6] способу кодування одноточечний оператор перетину є мало ефективним, тому що не дозволяє отримати однакову імовірність  $p_i$  для кожного вузла КМ.

Таким чином оптимальним способом кодування, в даному контексті, можливо вважати такий спосіб при якому забезпечується однакова імовірність виникнення нової комбінації каналів зв'язку для кожного вузла КМ при застосуванні оператора перетину ( $p_i = p_j$ ,  $i, j = 1 \dots n$  де  $n$  – кількість вузлів КМ). Але можливо припустити, що в деяких випадках такого оптимального способу кодування може не існувати, тому в якості показника раціональності кодування доцільно взяти дисперсію імовірностей виникнення нових комбінації каналів зв'язку для вузлів КМ  $D(p)$ , яка буде визначатись таким чином

$$D(p) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2,$$

де  $\bar{p}$  – математичне очікування імовірності виникнення нової комбінації каналів зв'язку для вузлів

даної КМ. В такому разі необхідно знайти такий спосіб кодування при якому буде забезпечуватись  $\min D(p)$ .

Значення  $p_i$  ( $i, j = 1 \dots n$ ) залежить від варіанту кодування та визначається, як

$$p_i = \frac{2 \cdot l_i}{n \cdot (n-1)},$$

де  $l_i$  – довжина схеми, що кодує інцидентність каналів зв'язку для  $i$ -го вузла [6].

Для кодування топологічної структури КМ потрібен бінарний рядок довжиною  $L = n(n-1)/2$ , тому існує  $(n(n-1)/2)!$  варіантів її кодування, що свідчить про NP - складність задачі пошуку оптимального способу кодування топологічної структури КМ. В зв'язку з чим пропонується перейти від пошуку оптимального способу кодування до пошуку раціонального способу, в такому разі для пошуку можливо застосувати окремі ГА.

Для рішення даної задачі був застосований класичний ГА з модифікованими операторами перетину та мутації. Необхідність модифікації вказаних операторів пов'язана з особливістю кодування рішень. Розряди рядка, що кодує схему способу кодування топології КМ, утримують номери інцидентій між певною парою вузлів, а її довжина дорівнює довжині бінарного рядка, який кодує топологію КМ. Кожний розряд цього рядка утримує унікальний номер інцидентій (номер що не повторюється в жодному з її розрядів).

На рис. 1 наведено приклад кодування схем кодування топологічної структури КМ до складу якої входить п'ять вузлів.



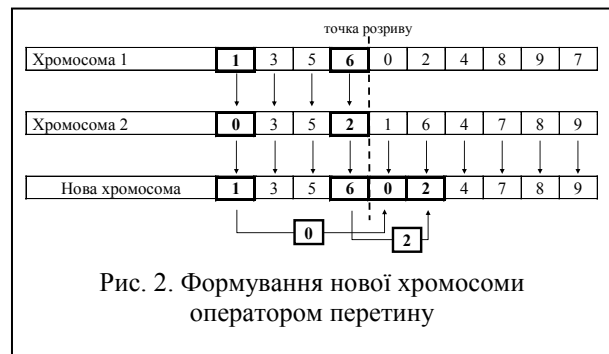
В основу оператора перетину покладено одноточечний оператор перетину, який було модифіковано таким чином, щоб забезпечити унікальність номерів інцидентій в новій хромосомі. Формування нової хромосоми оператором перетину здійснюється наступним чином:

1. Випадковим чином визначається точка розриву одібраних для перетину двох хромосом.

2. Значення всіх генів першої з одібраних хромосом копіюються до нової хромосоми.

3. Значення перших генів другої хромосоми, до визначеної точки розриву, що не співпадають зі значенням генів першої копіюються до нової хромосоми, а значення генів, що були скопійовані раніш (п.2) замішають значення тих генів, нової хромосоми, які співпадають зі значеннями генів що копіюються.

На рис. 2 наведено приклад формування нової хромосоми запропонованим оператором перетину.



Принцип роботи модифікованого оператора мутації полягає в тому, що випадковим чином визначаються пари генів, які обмінюються своїми значеннями, тим самим забезпечуються унікальність номерів інцидентій в новій хромосомі, що отримується в результаті мутації.

В результаті застосування запропонованого генетичного алгоритму були отримані схеми кодування топологічних структур за критерієм  $\min D(p)$ , для комп'ютерних мереж різної розмірності. Значення  $D(p)$  та  $\bar{p}$  для цих схем наведено у табл. 1.

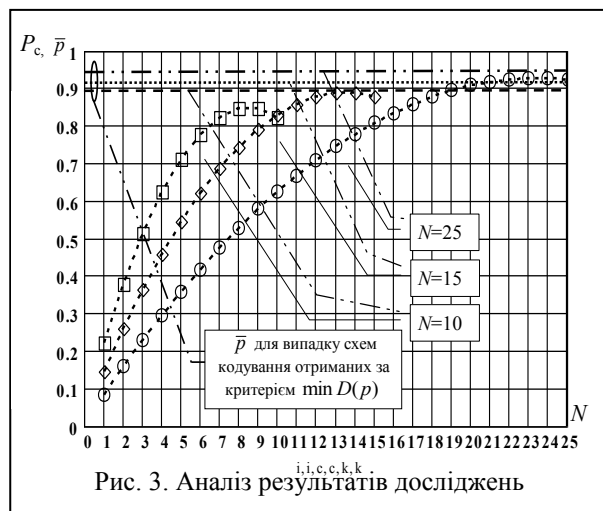
Таблиця 1

Значення  $D(p)$  та  $\bar{p}$

№ сх.	Кількість вузлів в ТКМ	$D(p)$	$\bar{p}$
1.	5	0,00259	0,73333
2.	7	0,00038	0,78571
3.	9	0,00021	0,84762
4.	10	0,00014	0,88409
5.	12	0,00006	0,90000
6.	15	0,00004	0,91218
7.	17	0,00004	0,93813
8.	25	0,00003	0,95425

Аналіз результатів досліджень показує, що отримані схеми кодування топології КМ дозволяють значно вирівняти імовірності виникнення нової комбінації каналів зв'язку  $p_i$  для кожного вузла мережі в разі застосування одноточечного оператора перетину, в порівнянні з схемами кодування, що були розглянуті в попередньому дослідженні [6] (рис. 3). В той же час імовірності виникнення нової

комбінації каналів зв'язку для вузлів КМ нижчі ніж при застосуванні однорідного оператора перетину, який забезпечує однакову імовірність виникнення нової комбінації каналів зв'язку для вузлів мережі і має порядок  $9 \cdot 10^{-3}$  згідно виразу  $p = 1 - 0.5^{N-1}$ . Таким чином в порівнянні з однорідним оператором перетину одноточечний оператор перетину при запропонованому способі кодування має на декілька відсотків меншу здатність до руйнування схем, що повинно позитивно вплинути на ефективність пошуку рішення ГА.



## Висновки

Дані обставини дозволяють зробити висновок, що застосування запропонованого підходу до визначення схем кодування топологічних структур комп'ютерних мереж дозволить здійснити раціональне кодування топології КМ, що забезпечить підвищення ефективності пошуку раціональних топологічних структур КМ генетичним алгоритмом. Підвищення ефективності буде полягати у зростанні точності рішень, що отримуються, без збільшення часу їх пошуку.

## КОДИРОВАНИЕ ТОПОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ

Е.В.Шубин

В данной работе рассмотрены вопросы эффективности кодирования топологии компьютерной сети в задаче синтеза её топологической структуры методом генетического алгоритма. Предложен показатель, для оценки рациональности кодирования топологии компьютерной сети. Предложен метод кодирования топологической структуры компьютерной сети, который основанный на генетическом алгоритме и обеспечивает повышение эффективности поиска рациональной топологической структуры сети.

**Ключевые слова:** компьютерная сеть, топология, генетический алгоритм.

## CODING OF TOPOLOGIES OF COMPUTER NETWORK IN GENETIC ALGORITHM

E.V. Shubin

In given functioning are considered questions to efficiency of the coding to topologies to computer network in task synthesis topological structure by method of the genetic algorithm. The Offered factor, on which is realized estimation to rationality of the coding to topologies to computer network. The offered method of the coding topology structures to computer network, which founded on genetic algorithm and provides increasing to efficiency of searching for rational topological structures to network.

**Keywords:** computer network, topology, genetic algorithm.

Значення проведених досліджень в загальній теорії генетичних алгоритмів полягає в підтвердженні існуючого припущення, що для певного виду оператора перетину є свій оптимальний принцип кодування рішень, який визначається особливостями задачі, що вирішується.

## Список літератури

1. Зайченко Ю.П. Структурная оптимизация сетей ЭВМ / Ю.П. Зайченко, Ю.В. Гонта. – К.: Техніка, 1986. – 168 с.
2. Мизин И.А. Сети коммутации пакетов / И.А. Мизин, В.А. Богатерев, А.П. Кулешов; под ред. В.С. Семенихина. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
3. 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 / Шубин Евгений Викторович. – Х., 2005. – 172 с.
4. De Jon K.A. A formal analysis of the role of multi-point crossover in genetic algorithms / K.A. De Jon, W.M. Spears // *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*. – 1992. – № 5. – P. 1-26.
5. Sastry K. Analysis of Mixing in Genetic Algorithms: A Survey / K. Sastry // *IlliGAL report № 2002012*. – University of Illinois, Urbana-Champaign. – 2002.
6. Кучеренко Ю.Ф. Влияние вида оператора скрещивания на эффективность поиска решения генетическим алгоритмом синтеза топологии телекоммуникационной сети / Ю.Ф. Кучеренко, С.Н. Александров, Е.В. Шубин // *Вісник НТУ „ХПИ”*. Зб. наукових праць. Тематичний випуск „Системний аналіз, управління та інформаційні технології”. – Х.: НТУ „ХПИ”, 2005. – № 41. – С. 101-104.
7. Goldberg D.E. *Algoritmy genetyczne ich zastosowania* / D.E. Goldberg // WNT. – Warszawa, 1995.

Надійшла до редколегії 18.12.2009

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