

**ЛОГІЧНЕ ВИВЕДЕННЯ НА МЕРЕЖІ ПРАВИЛ МОДЕЛІ  
КВАНТОВОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ БАГАТОВИМІРНОГО  
ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ  
СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ  
МЕТОДУ ГРАФІВ**

We propose a method for graphs check the route inference network of rules to multidimensional information space of information and control systems for special purposes in order to ensure their survivability.

Keywords: information and control systems, quantum, method counts, minimal incision, the route of inference.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Кінець ХХ – початок ХХІ століть характеризуються вступом в період бурхливого розвитку досліджень в галузі створення інтелектуальних систем та штучного інтелекту. Тому саме з цією тенденцією пов'язаний вступ України в суспільство інформаційної цивілізації та впровадженням інформаційних технологій у всі інститути держави – та Збройними Силами окремо.

Це набуває на сьогоднішній день особливої ваги у зв'язку з і значним їх скороченням та необхідністю збереження їх бойового потенціалу на необхідному рівня за допомогою інформатизації та автоматизації усіх процесів в Збройних Силах від найвищого до найнижчого рівня ієрархії.

Як наслідок, в ЗСУ продовжують створюватися та впроваджуватися інформаційні та інформаційно-управляючі системи спеціального призначення (далі - система).

**Аналіз публікацій.** Аналіз публікацій щодо розробки та застосування математичних моделей процесів функціонування інформаційно-управляючих систем дає змогу зробити висновок, що цьому питанню приділяється значна увага [1-5].

Однак, в джерелах, які було проаналізовано, основна увага приділяється автоматизації процесів управління розвідкою з метою забезпечення обґрунтованості та оперативності управління військами. При цьому, живучості систем належної уваги не приділяється. Під живучістю ми розуміємо здатність системи зберігати та відновлювати виконання основних функцій у заданому обсязі, протягом заданого періоду часу, у випадку зміни структури системи і/або алгоритмів та умов її функціонування внаслідок негативного впливу [6].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** В наукових дослідженнях цього питання живучість інформаційно-управляючих систем, як правило, розділяють на дві компоненти: функціональну та структурну.

Для вирішення проблеми живучості систем, необхідний комплексний підхід з урахуванням їх структури, мети та умов функціонування, що не можливо без адекватного представлення даних. В роботі [7] запропоновано квантову модель представлення даних багатовимірного інформаційного простору інформаційно-управляючих систем спеціального призначення (ІУССпП), яка дає змогу вирішити дане завдання. Однак постає нова задача – яким чином здійснювати обробку даних в даній моделі?

Тому **метою статті** є запропонувати підхід щодо пошуку маршруту виведення на мережі правил логічного виведення в багатовимірному інформаційному просторі інформаційно-управляючих систем спеціального призначення з метою отримання даних про стан системи та шляхів усунення об'єктивної та суб'єктивної невизначеності при прийнятті рішення.

**Основна частина.** Метод графів для пошуку логічного виведення ґрунтується на теорії графів, а саме – пошуку мінімального розрізу мультиполюсної мережі.

Для пошуку маршруту логічного виведення в квантовій моделі багатовимірного інформаційного простору будується граф, в якому обробляються дані як від вхідних значень змінних моделі, так і від значень змінних, які потрібно отримати. Виведення ґрунтується на аналізі зв'язності графа шляхом пошуку його мінімального розрізу. Вважається, що рішення по логічному виведенню на моделі існує у разі існування хоча б одного мінімального розрізу графа. За допомогою даного мінімального розрізу далі й визначається маршрут логічного виведення, після чого запускається сам механізм виведення та обробки даних.

У випадку відсутності мінімального розрізу – вважається, що маршруту логічного виведення на моделі не існує.

Таким чином, застосування методу графів для виведення дає змогу визначити існування маршруту логічного виведення результатів на квантовій моделі багатовимірного інформаційного простору в ІУССпП.

В той же час, в теорії графів, на сьогоднішній день, розроблено чимало методів аналізу зв'язності графів [8-14].

Зробимо припущення: якщо граф логічного виведення являється зв'язним (має не менше одного мінімального розрізу), то для визначення існування маршруту логічного виведення на ньому достатньо знайти його мінімальний розріз.

Представимо процедуру виведення у вигляді побудови багатоярусного динамічного графа. Виділимо на ньому вершини:

вершини-змінні;

вершини-процедури.

Зв'язки між визначеними вершинами представимо у вигляді дуг, при цьому змінні будуть двох видів: вхідні та змінні, які необхідно знайти. Якщо змінна являється вхідною, то дуга направлена від її вершини до вершини процедури. Якщо змінна є результатом процедури (вихідна), то дуга направлена від вершини-процедури до її вершини.

Припускаємо, що будь-яка процедура готова до виконання тоді і тільки тоді, коли значення вхідних змінних, необхідних для виконання зазначеної процедури відомі і в результаті виконання даної процедури отримуються значення вихідних змінних.

Систему логічного виведення представлено у вигляді орієнтованого графа з виділеними двома типами вершин-змінних: вхідних та вихідних. При цьому вихідні змінні поділяються на змінні, що виводяться та змінні, що не виводяться.

Якщо маршрут логічного виведення від вхідних змінних до змінних, які необхідно вивести існує, то дані вершини-змінні належать щонайменш деякому зв'язному під графу, який має не менше одного мінімального розрізу, а, отже, маршрут логічного виведення на моделі існує.

На підставі даного графа можна побудувати мультиполюсну мережу (рис.1).

В теорії графів пошук найкоротшого шляху від одної групи вершин графа (вхідних змінних) до іншої (змінні, які необхідно знайти) є розв'язанням задачі пошуку маршруту логічного виведення. Хоча рішення цієї задачі і не дозволяє безпосередньо знайти значення вихідних змінних, воно дає змогу дати однозначну відповідь на запитання: чи існує сам маршрут виведення.

Рішення задач такого типу можна віднести до задач, на які необхідно витратити додатковий час та обчислювальні потужності, однак задачі даного типу мають математично доведені рішення за визначений інтервал часу, тобто, вони мають добре визначену обчислювальну складність і дають можливість заздалегідь розрахувати гарантований час їх рішення.

Обчислювальна складність алгоритмів пошуку мінімального розрізу мультиполюсної мережі являється, як правило, ступеневою [8-14].

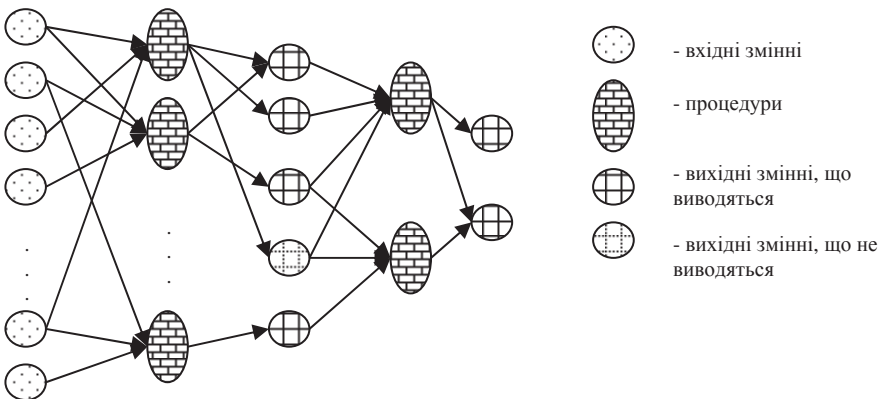


Рис. 1. Мультиполюсна мережа

Найбільш швидким з відомих алгоритмів пошуку мінімального розрізу для двополусної мережі, як найпростішого випадку мультиполусної, на сьогоднішній день є алгоритм Карів-Арбіб, який має ступень обчислювальної складності 2,5.

Однак автором пропонується метод пошуку мінімального розрізу мультиполусної мережі, що має ступінь обчислювальної складності 2.

Перед тим, як розглянути даний метод, введемо поняття розрізу мультиполусної мережі по ребрам (дугам) та вершинам її графу.

Під розрізом мультиполусної мережі розуміють таку множину вершин та ребер, що вилучаються з графу  $G$ , яка розбиває граф на  $M$  компонент за кількістю полюсів мережі, при цьому різні полюси знаходяться в різних компонентах мережі.

Будуємо граф двополусної мережі (рис.2) та матрицю сумісності  $A$  (рис.3), яка має симетричний вигляд, тому елементи, що розміщені нижче головної діагоналі не відображаються. При цьому:

$$\forall i, \forall j \quad a_{ij} = 0; \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, n}.$$

де  $i, j$  - ряди та стовпці, що відображають вершини графа;

Беремо  $j = 1$ : якщо дана вершина зв'язна з  $i$ -ю вершиною, то  $a_{ij} = 1$  для  $\forall i = \overline{j+1, n}$ .

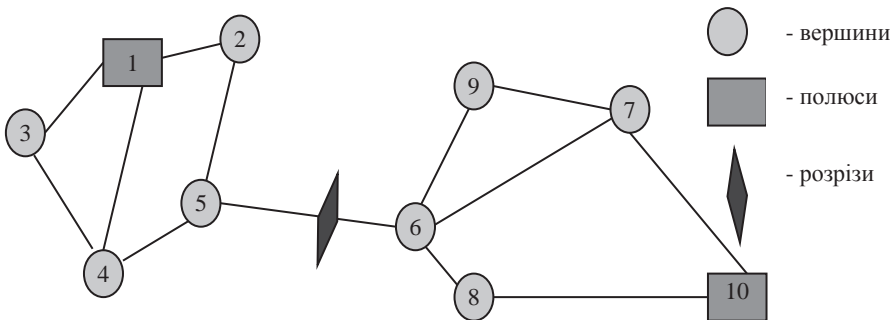


Рис. 2. Граф двополусної мережі

Для інших рядів аналогічно визначаємо  $\forall i, i = \overline{j+1, n}$ , якщо вершини зв'язні, то  $a_{ij} = 1$ .

Суть методу полягає в розбитті графа на 2 частини. При цьому в першій частині знаходяться  $k$  - вершин, а в другій -  $n - k$  і всі ребра, що зв'язують вершини графа належать прямокутнику, який знаходиться над  $k$ -м рядом та правіше  $n - k$ -го стовпця. Для знаходження мінімального розрізу в матриці сумісності сумуємо усі прямокутники при  $k = \overline{1, n-1}$ , й обираємо той в

якому найменша сума коефіцієнтів. Тим самим знаходимо мінімальний розріз графа.

Процедура має наступний формальний вигляд:

- визначається сума коефіцієнтів першого прямокутника (перший ряд без  $a_{1,1}$ )

$$R_1 = \sum_{j=2}^n a_{j1} \text{ при } \kappa=1; i=1; j = \overline{i+2, n};$$

$$R_2 = R_1 - a_{12} + \sum_{j=2}^n a_{j2} \text{ при } \kappa=2;$$

$$R_k = R_{k-1} - \sum_{j=1}^{k-1} a_{jk} + \sum_{j=k+1}^n a_{jk}.$$

- визначається мінімальний розріз графа  $R_{\min}$ .

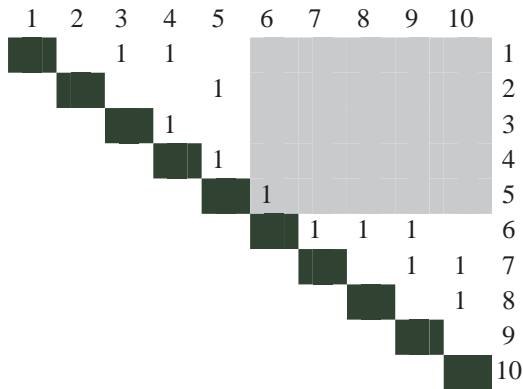


Рис. 3. Матриця суміжності двополюсної мережі

Якщо прорахувати обчислювальну складність алгоритму пошуку мінімального розрізу, то при визначенні суми для  $(n-1)$ - прямокутника буде всього  $n-1$ - дій. Отже, складність алгоритму визначається добутком кількості прямокутників на кількість дій по кожному з них:

$$\Sigma = (n-1)((\kappa-1) + (n-\kappa)) = (n-1)(n-1) = (n-1)^2.$$

Отже, ступінь обчислювальної складності алгоритму дорівнює 2.

**Висновки.** Таким чином, запропонований метод графів для виявлення маршруту логічного виведення на мережі правил багатовимірного квантового простору ІУССпП дає змогу значно скоротити час та обчислювальну складність виведення результатів. У подальшому передбачається продовжити обґрунтування методології забезпечення живучості інформаційно-управляючих систем спеціального призначення.

1. *Синявский В.К.* Возможные подходы к созданию автоматизированных систем управления войсками (силами) // В.К. Синявский // Наука и военная безопасность. – 2008. №3. – С.21-27.
2. *Барвиненко В.В.* Об автоматизации управления группировками Вооруженных Сил / В.В. Барвиненко. – М: Военная мысль. – 1999. – №2.
3. *Азаров Г.И.* Направление развития средств и систем военной связи / Г.И. Азаров. – М: Военная мысль. – 2003. – №4.
4. *Вервейко Б.М.* Разработка формальной модели оценки эффективности функционирования СУ ВС / Б.М. Вервейко. – Мн.: Государственное учреждение “НИИ Вооруженных Сил Республики Беларусь”. – 2008. – С.125-196.
5. Системы и средства управления вооруженных сил ведущих зарубежных стран и направления их развития (информационно-аналитический обзор). – Мн.: ГУ “НИИ ВС РБ”. – 2007. – 303с.
6. *Додонов А.Г.* Живучесть информационных систем / А.Г.Додонов, Д.В. Ландэ. – К.: Наукова думка, 2011. – 256 с.
7. Ляшенко І.О. Квантовий підхід щодо представлення багатовимірного інформаційного простору інформаційно-управляючих систем спеціального призначення / Ляшенко І.О. // Труды університету. Зб. наук. праць /НУОУ. №3(117). К: 2013. – С.161-165.
8. *Барабаш О.В.* Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О.В. Барабаш. – К.: НАОУ, 2004. – 226с.
9. *Воеводин В.В.* Отображение проблем вычислительной математики на архитектуру вычислительных систем / Воеводин В.В. // Вычислительная математика и математическое моделирование. Тр. между народной ко нф. Т. 1.-М.:Ин-твычисл. математики РАН, 2000. - С. 242 - 255.
10. *Ломазова И.А.* Каузальная семантика для сетей Петри с контактами / Ломазова И.А. // Программирование, 1999, №4, с. 43 -53.
11. *Фролов А.В.* Нахождение и использование ориентированных разрезов реальных графов алгоритмов / Фролов А.В. // Программирование, 1997, № 4, с. 71 -80.
12. *Майника Э.* Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Майника Э. / Пер. с англ. - М.: Мир, 1981.
13. *Варламов О.О.* Об одном подходе к разработке квадратичной сложности алгоритма поиска минимального разреза многополюсной сети / Варламов О.О. // Труды 6-го Международного семинара по дискретной математике Мех-Мата МГУ. 3-6.02.1998г. - М.; МГУ, 1998.
14. *Seytour P.D.* On odd cuts and plane multicommodity flows. Proceedings of London Mathematical Society, ser. 3, vol.42, London, 1981, pp. 178-192.

*Поступила 23.9.2013р.*