

МОДЕЛЬ 3D-КОМУТАЦІЙНОГО ЕЛЕМЕНТА МЕРЕЖЕВОЇ СТРУКТУРИ ЗВ'ЯЗКУ

MODEL 3D-SWITCHING ELEMENT OF NETWORK COMMUNICATION STRUCTURE

Анотація. Розглядається можливість формування різних образів – моделей багатовимірного комутаційного елемента складних комутаційних структур, що складаються з n - площин.

Запропонована технологія дає “в руки” дослідника високоефективний технічний засіб для прямої, цілеспрямованої дії на процеси образного мислення людини, причому в природних (а не модельних або тестових) умовах пошуку вирішення реальних наукових проблем.

Summary. The opportunity of formation of various images - models of an N -dimensional switching element of complex switching structures consisting from n - of planes is considered.

The offered technology gives in hands of the researcher a highly effective mean for direct, purposeful influence on processes of figurative thinking of the man, and in natural (instead of model or test) conditions of search of the decision of real scientific problems.

У теорії побудови комутаційних полів мереж зв'язку та комп'ютерних систем превалювала площинна ідеологія, що базується на діючих технічних рішеннях розроблених комутаційних елементів.

Відсутність до певного часу прийнятеного технічного рішення побудови багатошарового комутаційного елемента [1] було стримуючим чинником - проблемою побудови й розвитку підходів і принципів формування багатошарових комутаційних полів.

Принципова і неусувна складність комутаційних структур – КС (об'ємність їх розгляду) і масштабність завдань маршрутизації (моделювання n – шарових процесів) зумовлює їхнє дослідження на СУПЕР – ЕОМ як об'єктивну потребу.

Сьогодні переважна більшість комп'ютерних систем орієнтована на роботу з готовими, тобто вже кимось і колись отриманими і дець в тій або іншій формі вже існуючими знаннями. Що ж до розробки інтелектуальних систем, здатних створити нове знання, то тут можна виділити таких два важливих напрями, що різняться між собою, так би мовити, за ступенем зсуву акцентів інтелектуальності: від людини до машини або від машини до людини.

Основу першого, такого, що став вже класичним напрямом, складають формалізація опису, алгоритмізація і моделювання таких пізнавальних метапроцедур людського інтелекту, як класифікація і розпізнавання, узагальнення, індуктивний вивід і т.п.; розробка комп'ютерних систем для автоматичної генерації знань [2].

Обчислювальний експеримент і математичне моделювання є найбільш могутніми і універсальними методами сучасного природознавства, складовими нової методології наукових досліджень.

Традиційна літеро-цифрова технологія спілкування користувача з ЕОМ у край обмежує можливості людини щодо переробки символічної, n -вимірної інформації і вступає в явну суперечність з головним достоїнством СУПЕР-ЕОМ – з їхньою високою швидкістю.

Одна з найближчих стратегічних перспектив науки полягає в розробці нової технології інтерактивно-графічної взаємодії людини і його образних механізмів творчого мислення вже не просто з ЕОМ, а безпосередньо з самою досліджуваною проблемою [3].

Успіхи розробок Hard – і Software дозволяють активувати процес створення Brainware – сукупності інтелектуальних алгоритмічних засобів, що складають фактичну основу всієї методології сучасного математичного моделювання й обчислювального експерименту.

Одним з унікальних елементів із засобів сучасної інформаційної технології є динамічна інтерактивна комп'ютерна графіка.

Проте створення багатошарового комутаційного елемента автоматично очікувало на розробку адекватної зручної моделі зазначеного вище елемента для візуального відображення стану зв'язків в утворюючих його площинах і структури зв'язків самих елементів у полі [4].

Метою статті є розробка зручної просторової 3D моделі комутаційного елемента для побудови багатовимірних полів мереж зв'язку та складових моделі при однорозрядному інтерфейсі управління зазначеного вище елемента.

1. Двоплощинна модель комутаційного елемента. Розширення області застосування КС можливо за рахунок збільшення числа базових комутаційних станів КЕ.

Плоский двовимірний комутаційний елемент, який розглядається в [1], має 15 базових станів до яких відповідно надано характеристичні рівняння.

Об'єднання 2D – комутаційних елементів дозволяє отримати комутаційні модулі з більшим числом станів. З'єднання в єдиний n -вимірний комутаційний елемент – $(N - 1)$ 2D – елементів дозволяє будувати комутаційні модулі з 15^{n-1} .

Представимо варіанти умовної графічної моделі 2D-комутаційного елемента у вигляді плоского прямокутника з чотирма клемами вхід-вихід (наприклад, P1, P2, P3, P) і двома клемами зв'язку (P7, P8) (рис. 1).

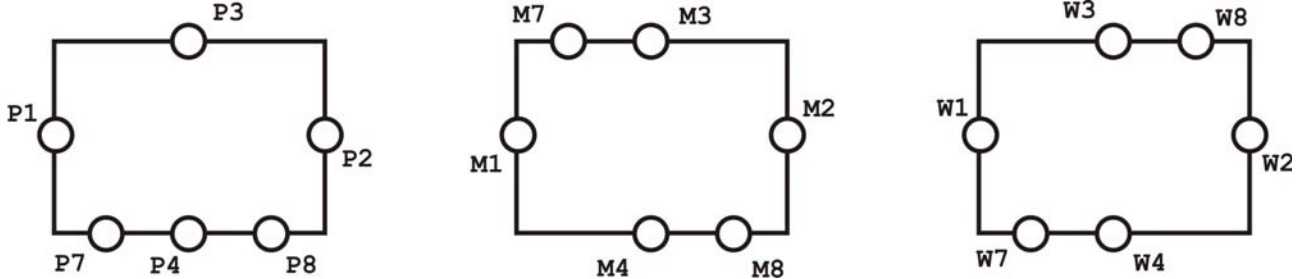


Рисунок 1 – Умовна графічна модель 2D-комутаційного елемента

Заданося в просторі двома площинами α_1, α_2 що описуються рівняннями, які є відомими:

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0, \\ A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Досліджуємо, які можливі випадки взаємного розташування даних площин. Для цього складемо матриці вигляду:

$$N_1 = \begin{pmatrix} A_1 & B_1 & C_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 \end{pmatrix} \text{ и } N_2 = \begin{pmatrix} A_1 & B_1 & C_1 & D_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 & D_2 \end{pmatrix}.$$

Нехай r_1, r_2 – ранги відповідно матриць N_1, N_2 . Тоді $r_1 \leq r_2$.

Можливий один із наступних випадків:

1. $r_1 = r_2 = 1$. Ці умови можна записати так:

$$A_2 = \lambda A_1, \quad B_2 = \lambda B_1, \quad C_2 = \lambda C_1, \quad D_2 = \lambda D_1.$$

За цих умов рівняння (1) рівносильні і тоді вони є рівняннями однієї і тієї ж площини.

2. $r_1 = 1, r_2 = 2$. Ці умови можна записати так:

$$A_2 = \lambda A_1, \quad B_2 = \lambda B_1, \quad C_2 = \lambda C_1, \quad D_2 \neq \lambda D_1.$$

В цьому випадку система рівнянь (1) не має рішення, отже, площини $A_2 = \lambda A_1$ є паралельні.

3. $r_1 = 2$. В цьому випадку $r_2 = 2$ і система рівнянь (1) має незліченну безліч рішень x, y, z і площини α_1, α_2 перетинаються по прямій (рис. 2).

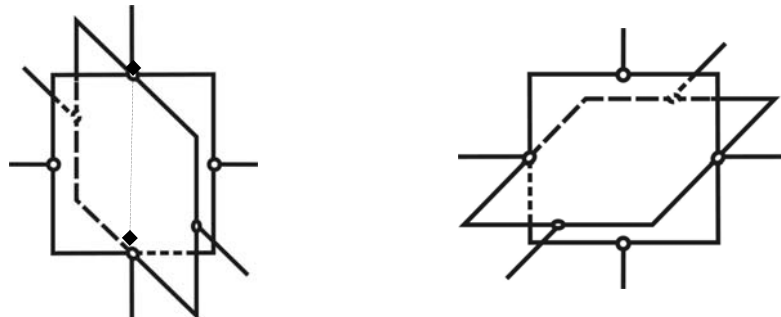


Рисунок 2 – Умовна графічна модель двоплощинного комутаційного модуля

2. Тривимірний комутаційний модуль у декартовій системі координат. Представимо тривимірний комутаційний модуль у вигляді моделі – двох базових 2D площин, що перетинаються по прямій в декартовій системі координат.

У цьому випадку тривимірний комутаційний модуль реалізує групу станів, що описуються характеристичними рівняннями:

$$D_1 = A_1(X_7 \cup X_8), \quad (2)$$

$$D_2 = A_2(X_7 \cup X_8), \quad (3)$$

$$D_3 = A_3(X_7 \cup X_8), \quad (4)$$

$$D_4 = A_4(X_7 \cup X_8), \quad (5)$$

$$D_5 = A_5(X_7 \cup X_8), \quad (6)$$

$$D_6 = A_6(X_7 \cup X_8), \quad (7)$$

$$D_7 = A_7(X_7 \cup X_8), \quad (8)$$

$$D_8 = A_8(X_7 \cup X_8), \quad (9)$$

$$D_9 = A_9(X_7 \cup X_8), \quad (10)$$

$$D_{10} = A_{10}(X_7 \cup X_8), \quad (11)$$

$$D_{11} = A_{11}(X_7 \cup X_8), \quad (12)$$

$$D_{12} = A_{12}(X_7 \cup X_8), \quad (13)$$

$$D_{13} = A_{13}(X_7 \cup X_8), \quad (14)$$

$$D_{14} = A_{14}(X_7 \cup X_8), \quad (15)$$

$$D_{15} = A_{15}(X_7 \cup X_8), \quad (16)$$

$$D_{16} = A_{16}(X_7 \cup X_8), \quad (17)$$

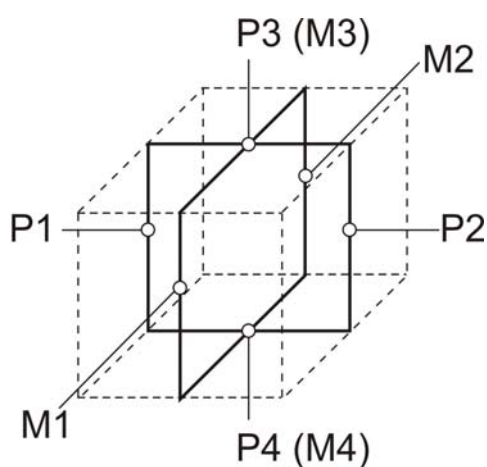


Рисунок 3 – Тривимірний комутаційний модуль у декартовій системі координат

де $X = 1, \bar{X} = 0$ – керуючі сигнали для елементів, що з'єднують клеми P7, P8.

Представимо тривимірний комутаційний модуль у вигляді тривимірного куба, утвореного перетинанням 2D – комутаційних елементів у декартовій системі координат (рис. 3).

Інколи такий модуль зручніше представляти у вигляді моделі – куба, усередині якого розташовані пересічні площини з нанесеними на них базовими станами.

3. Алгоритм керування тривимірний комутаційним модулем. Керування тривимірний комутаційним модулем здійснюється через плоскі двовимірні комутаційні елементи. Для керування 2D – елементом у його регістр пам'яті $R [1]$ записується керуюче слово S_e у вигляді:

$$S_e \{ A_{k,e} * B_{j,e} \}, \quad k = \overline{1,16}, \quad j = \overline{1,4}.$$

$$B_{1e} = \overline{X_7},$$

$$B_{2e} = \overline{X_8},$$

$$B_{3e} = \overline{X_7} \cup \overline{X_8},$$

$$B_{4e} = \overline{X_7} \cap \overline{X_8}$$

Для випадку, наведеного на рис. 4 для першого 2D – елементу з шинами (напрямами) відповідно до рівняння (2), (10), (7) (відповідає сьомому базовому стану КЕ слово, що керує, має вигляд:

$$Y_{C7} = D_7 = A_7(\overline{X_3} \cup \overline{X_4}).$$

Для другого ПKE з шинами, що направляють у відповідність з рівнянням (2) або (17), формується слово – команда, що керує $Y_{b_i} = D_1$.

Перевага щодо вибору слова (за бажанням користувача) може бути віддана, наприклад D_1 , як слову з меншим числом значущих розрядів, потрібних для передачі по інформаційній шині КС.

Слово KE, що керує, має вигляд: $Y_{b_i} = D_1 + D_7$.

Кодування станів здійснюється для всіх $N-1$ 2D KE, утворюючих N – площинний комутаційний модуль.

Послідовність, що керує, буде складатися з слів:

$$Y = \{D_{ij}\}, \quad i = \overline{1, N-1}, j = \overline{1, N-1}.$$

Алгоритм кодування елементів КС модуля (рис. 5) формує за бажанням користувача черговість розгляду і кодування KE відповідно до характеристичних рівнянь (2)...(17) [1].

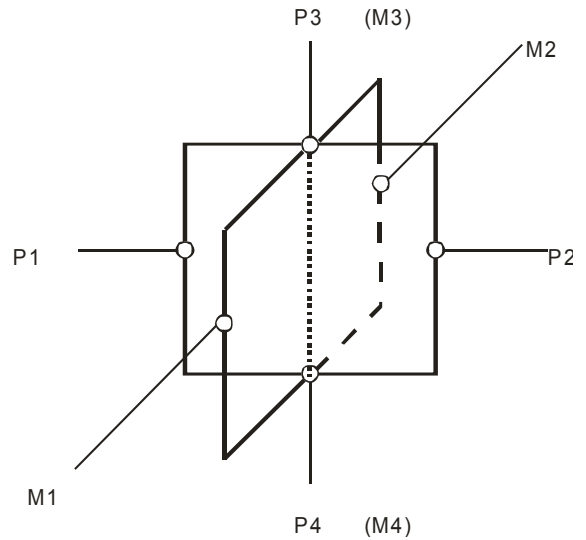


Рисунок 4 – Стан тривимірного комутаційного модуля

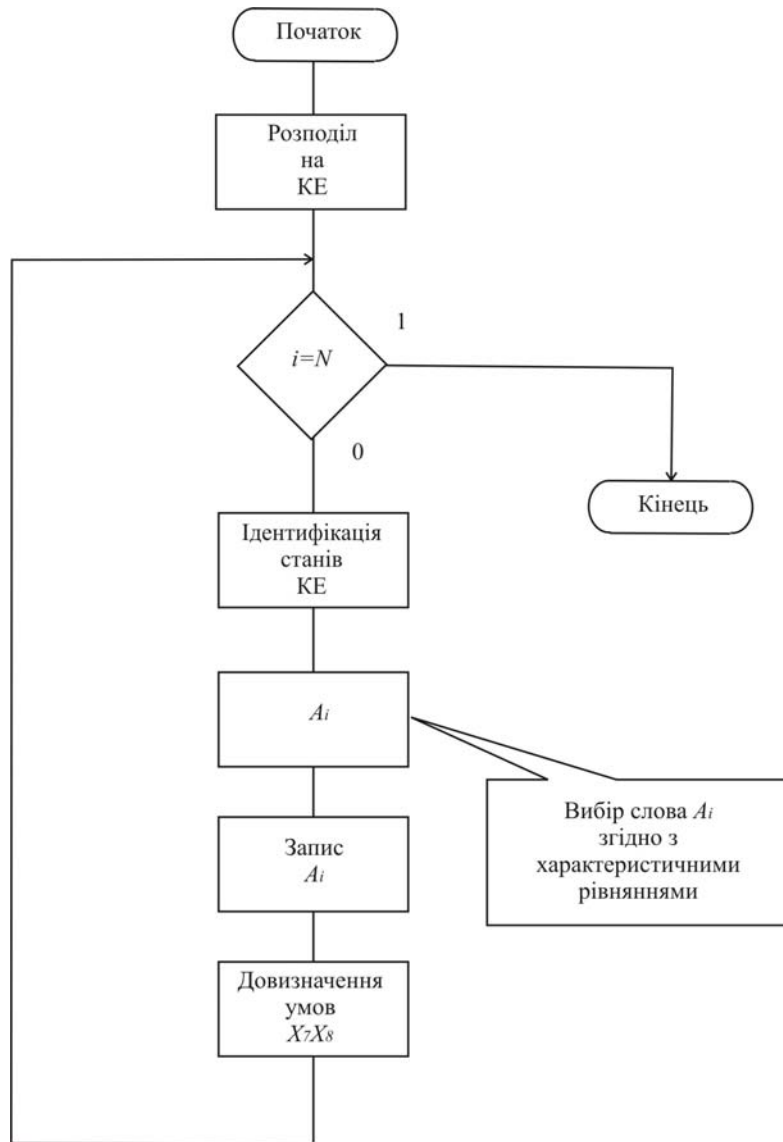


Рисунок 5 – Алгоритм завдання базових станів KE

Сформовані слова, що керують, накопичуються в зовнішній пам'яті, наприклад у стеку з числом регістрів R_i , $i = \overline{1, N-1}$.

4. Мінімізація числа перемикачів. Можливість вибору керуючого слова A_k [1], що є диз'юнкцією кількох кон'юнкцій X_i , де $i = \overline{1, 8}$, дозволяє оптимізувати кількість перемикачів виконавчих елементів $F_{a,b,c}$, 2D площин модуля, добиваючись мінімального числа перемикачів виконавчих елементів. При цьому вдається обминути команду "Скидання" для виконавчих елементів при перемиканні плоского двовимірного комутаційного елемента з i -го базового стану у j , і тим самим знизити величину імпульсу струму I_p , споживаного по шинах управління виконавчих елементів P_k , та рівень комутаційних перешкод перемикання виконавчих елементів Q_Σ модуля.

Використовуючи як пристрій пам'яті плоского двовимірного комутаційного елемента універсальний регістр R , можна програмувати визначені послідовності станів M площин модуля.

5. Модуль циклічних операцій (з однорозрядним інтерфейсом). Для забезпечення простоти управління розглянемо запис і зсув "1" в універсальному регістрі R , виходи якого підімкнені до шин виконавчих елементів, що керують, безпосередньо або через буферний елемент. Кола керування режимами роботи універсального R не показані.

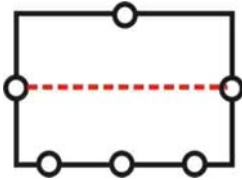


Рисунок 6 – Стан KE при $Q_1 = 1$

Маємо наступну послідовність станів при записі і зсуві "1" в універсальному регістрі (рис. 6):

– під час запису "1" в перший розряд регістра $Q_1 = 1$, до якого підімкнений виконавчий елемент $i = 1$, плоский двовимірний комутаційний елемент, з додатковими елементами відімкнення буде спроможним:

$$S_e = \{A_{k,e} * B_{j,e}\} = \{A_{6,e} * B_{19,e}\};$$

– під час зсуву "1" в наступний розряд регістра (зрушення зліва направо) $Q_1 = 0, Q_2 = 1$ плоский двовимірний комутаційний елемент з додатковими елементами підімкнення буде знаходитися в колишньому стані;

– під час зсуву "1" у третій розряд регістра $Q_1 = Q_2 = 0, Q_3 = 1$ плоский двовимірний комутаційний елемент з додатковими елементами підімкнення переходить у стан

$$S_e = \{A_{k,e} * B_{j,e}\} = \{A_{7,e} * B_{19,e}\};$$

– під час зсуву "1" в четвертий розряд регістра $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 0, Q_5 = 1$ стан не змінюється;

– під час зсуву "1" в п'ятий розряд регістра $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 0, Q_5 = 1$ плоский двовимірний комутаційний елемент з додатковими елементами підімкнення перемкнеться в стан в

$$S_e = \{A_{k,e} * B_{j,e}\} = \{A_{2,e} * B_{19,e}\};$$

– під час зсуву "1" в шостий розряд регістра $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = 0, Q_6 = 1$ плоский двовимірний комутаційний елемент з додатковими елементами підімкнення перемкнеться в стан

$$S_e = \{A_{k,e} * B_{j,e}\} = \{A_{4,e} * B_{19,e}\};$$

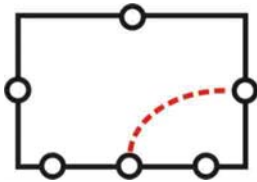


Рисунок 8 – Стан KE при $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 0, Q_5 = 1$

– під час зсуву "1" в сьомий розряд регістра $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = 0, Q_7 = 1$ плоский двовимірний комутаційний елемент з додатковими елементами підімкнення перемкнеться в стан $S_e = \{A_{k,e} * B_{j,e}\} = \{A_{1,e} * B_{16,e}\}$ і підімкнеться через перший додатковий елемент підімкнення – виконавчий елемент 7 до другої внутрішньої інформаційної лінії зв'язку;

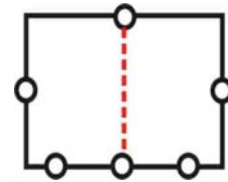


Рисунок 7 – Стан KE при $Q_1 = Q_2 = 0, Q_3 = 1$

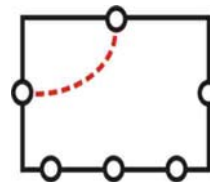


Рисунок 9 – Стан KE при $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = 0, Q_6 = 1$

– під час зсуву "1" у восьмий розряд регістра $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = Q_7 = 0, Q_8 = 1$ плоский двовимірний комутаційний елемент з додатковими елементами підімкнення перемикається в стан $S_e = \{A_{k,e} * B_{j,e}\} = \{A_{1,e} * B_{17,e}\}$ і підімкнеться через другий додатковий елемент підключення – виконавчий елемент 8 до першої внутрішньої інформаційної лінії 9 зв'язку і вивід 13 з'єднується з виведенням 18 підімкнення і через нього з іншими плоскими складовими багатовимірною елемента [1].

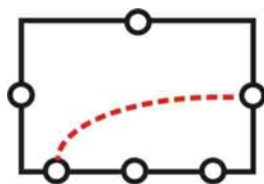


Рисунок 10 – Стан КЕ
при $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = 0, Q_7 =$

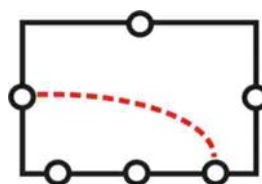


Рисунок 11 – Стан КЕ
при $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = Q_7 = 0, Q_8 =$

Аналогічно можна досліджувати врядування станів під час запису двох, трьох та іншого числа одиниць; заповнення розрядів регістра послідовним кодом, створених з "1", комбінаціями.

На завершення можна зробити висновок, що такий підхід може застосовуватися для підвищення швидкодії роботи багатовимірною комутаційного модуля, оскільки в цьому випадку пропускається команда "Скидання" регістрів перед записом кожних нових слів, що керують, в регістри. Це дозволяє здійснювати програмне керування комутаційним модулем відповідно до заданого алгоритму роботи і зменшувати число інформаційних ліній інтерфейсу зв'язку з 8 (при паралельному уведенні інформації в регістр, що є універсальним) до 1 (при послідовному уведенні).

У роботі розроблено 3D модель комутаційного модуля, що складається з 2D – вимірною зазначеного вище елемента, та підхід щодо формування базових складових станів моделі при однорозрядному інтерфейсі керування .

Крім того, задаючи апріорні (змінювані) програмні варіанти кодування чергування комутаційних станів, що зберігаються в змінюваних ПЗП, можна оперативно виконувати задану перебудову КС, тобто реалізовувати гнучкі КС з широкими можливостями.

Запропонована технологія озброює дослідника вискоелективним технічним засобом прямої, цілеспрямованої дії на процеси образного мислення людини, причому в природних (а не в модельних або тестових) умовах пошуку вирішення реальних наукових проблем.

Література

1. Патент 1665367 на изобретение: «Коммутационный элемент Березовского», С.А.Березовский, МКИ по кл. G-06-F 7/00, 1989; Бюл. №27.
2. Клейнрок Л. Вычислительные сети с очередями; пер. с англ.; под ред. Б.С. Цибакова. – М.: Мир, 1979. – 600 с.
3. Березовский С.А. Недекартова многослойная коммутационная структура / Березовский С.А. // Международная конференция «100-летие начала использования электромагнитных волн для передачи сообщений и зарождения радиотехники»: 50-я Научная сессия, посвященная Дню радио. – М., 1995. – С. 30.
4. Berezovsky S.A. Cognitive graphics elements of homogeneous switching structures / Berezovsky S.A. // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: материалы науч.-техн. конф., 2-4 июня 2004 г. – Одеса. – К.: АТМ України. – С. 7-11.