

– дистанційно керовані дефібрилятори, в яких система визначення потреби в електрошоку у вигляді біологічного або технічного об'єкта не перебуває у безпосередньому контакті, а передача інформації здійснюється засобами телемедицини;

– постійно закріплені на пацієнті дефібрилятори, які за рахунок давачів і процесорної системи будуть здатні при певних порушеннях серцевого ритму створювати “випереджувальні” електроімпульси. Сенс таких “завчасних” електрошоків в тому, що вони можуть бути набагато м'якшими, ніж звичайні електричні удари від дефібрилятора, схожими на сигнали від кардіостимуляторів;

– пристрої для реанімування пацієнтів засобами, відмінними від електричного розряду і/або шляхом опосередкованого впливу на серце дією на інші органи.

Очевидно, що вказані напрямки стосуються стратегії розвитку дефібриляторних пристроїв і проблем стратегічного прогнозування. Що ж до модернізації цих пристроїв, то за допомогою агрегування в тріадну модель інших, вепольних моделей можна показати, що основних удосконалень слід чекати в галузі форми імпульсу, способу створення імпульсу заданої форми з пониженою енергією та зміни джерел живлення.

1. Mueller G.. *Accurately and rapidly* – [www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com); 2. Альтиуллер Г.В. и др. *Поиск новых идей – от технологии к озарению.* – Кишинев, Картя молдовеняскэ. – 1989. 3. Гліненко Л.К., Смердов А.А., Вибойцик О.М. *Моделирование эвристических задач проектирования.* – Львів: Телемаркет. — 1997. 4. N. León-Rovira. *A proposal to integrate TRIZ and CAD.* – *Journal of TRIZ, March, 2001* - [www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com); 5. M. Shlueter. *QFD by TRIZ.* - *Journal of TRIZ, June, 2001* - [www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com); 6. Z. Royzen. *Tool, Object, Product (TOP) Function Analysis.* - <http://www.triz-journal.com/archives/1999/09/d/index.htm>; 7. James Kowalick. *Problem-Solving Systems: What's Next after TRIZ* -*Journal of TRIZ, March, 1999* – [www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com); 8. Рубин М.С. *Методы прогнозирования на основе ТРИЗ.* - [www.trizminsk.org](http://www.trizminsk.org); 9. Смердов А.А., Гліненко Л.К. *Біосистемотехніка як методологічна основа створення БМТС / Вісник Національного університету “Львівська політехніка”.* – 2002. – № 440. – С. 47 – 53; *Микрокомпьютерные медицинские системы / Под ред. У. Томкинса, Дж. Уэбстера.* – М.: Мир. – 1983. – 544 с.

УДК 004.75

Назар Круцкевич

Тернопільська академія народного господарства,  
інститут комп'ютерних інформаційних технологій

## ПРИНЦИПИ ПАРАЛЕЛІЗМУ ПРИ ПОБУДОВІ БАГАТОРІВНЕВИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

© Круцкевич Назар, 2003

**Наведено принципи паралелізму при побудові багаторівневих розподілених комп'ютерних мереж.**

**In article are included parallelism principles at construction distributed computer networks.**

Стрімкий розвиток інформаційно-обчислювальних систем спричинив безліч важливих науково-технічних проблем розробки архітектури алгоритмів, схем керування доступом до загальносистемних ресурсів, складу обчислювальних структур і розподілених баз даних [1].

На низовому рівні автоматизованих систем, які широко використовуються для контролю за технологічними процесами, актуальною задачею є ідентифікація інформаційних станів об'єкта управління. Розв'язання цих задач на базі локальних обчислювальних мереж із класичною архітектурою нашоєвується на ряд технічних проблем. Неможливість паралельної обробки і доступу до даних, часові обмеження, труднощі в нарощуванні інформаційних каналів, обов'язкова робота в реальному масштабі часу, низька живучість. Запропоновано використати зірково-магістральну архітектуру мережі як одну з найефективніших для розв'язання задач даного типу [2].

Повноцінну розподілену комп'ютерну мережу можна умовно поділити на три рівні [2]:

- 1) технологічний(низовий);
- 2) цеховий;
- 3) адміністративний.

При реалізації даної трирівневої мережі на базі зірково-магістральної архітектури, в якій обмін даними здійснюється через пам'ять колективного доступу (ПКД), дозволяє здійснювати паралельний доступ до даних, які відображають роботу об'єкта управління, та керуючих пакетів паралельно для кожного з рівнів (рис 1, а, б, в).

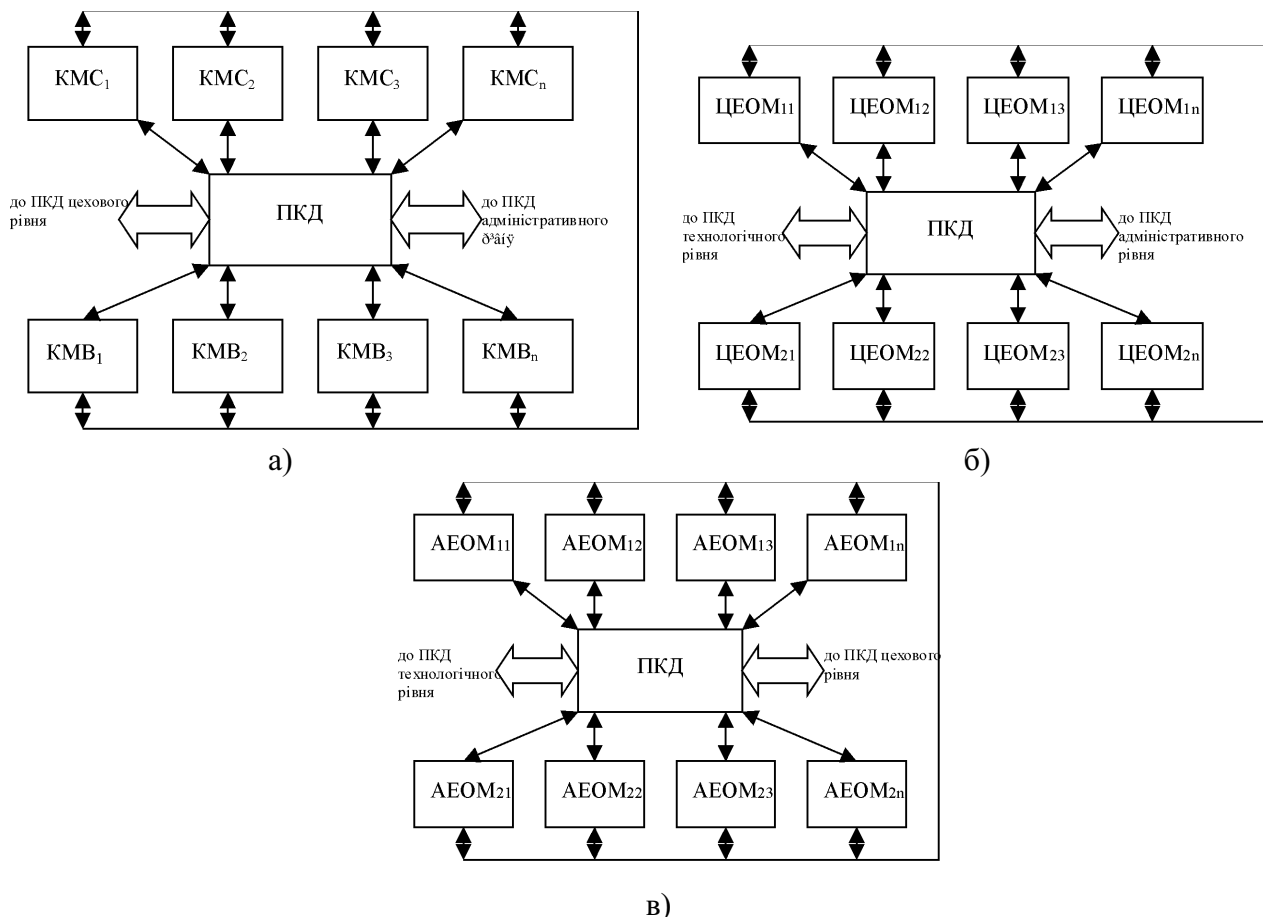


Рис. 1. Структурна схема розподіленої трирівневої мережі на базі зірково-магістральної топології (а – технологічний рівень, б – цеховий рівень, в – адміністративний рівень):  
 $KMC_1$ – $KMC_n$  – контролери мережі сенсорів;  $KMB_1$ – $KMB_n$  – контролери мережі виконавчих механізмів; ПКД – пам'ять колективного доступу;  $ЦЕОМ_{11}$ – $ЦЕОМ_{2n}$  – ЕОМ цехового рівня;  
 $АЕОМ_{11}$ – $АЕОМ_{2n}$  – ЕОМ адміністративного рівня

Це дозволяє здійснювати ефективний контроль та перевірку ОУ без призупинення нормальної роботи одного з рівнів.

Розділяти інформацію, яка передається від сенсорів на низовому рівні, можна трьома методами [3]:

1. Метод частотного розділення – коли кожному абоненту надається своя абонентська смуга частот (частотний канал) у межах загальної смуги частот системи. При цьому абонентські смуги частот не перекриваються, проте сигнали абонентів перекриваються у часі.

2. Метод часового розділення – кожен абонент працює в своєму абонентському інтервалі часу (часовий канал), протягом якого інші абоненти інформацію не передають. Спектри абонентів займають всю загальну смугу частот і повністю перекриваються.

3. Метод кодового розділення – розділення відбувається за формою сигналів, які використовують абоненти, крім того абоненти працюють в загальній смузі частот одночасно.

З вищесказаного найбільш перспективним щодо використання спільної смуги частот і здійснення паралельного доступу є метод кодового розділення, для якого широко застосовуються кореляційні функції.

Для реалізації методу кодового розділення потрібно використовувати апарат дискретного кореляційного аналізу, при цьому залежно від необхідної швидкодії, точності обчислень, рівня завад та складності реалізації спецпроцесорів можна скористатися такими оцінками коефіцієнта взаємкореляції на основі [3, 4]:

1) знакової функції взаємкореляції

$$H_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \operatorname{sgn}(\dot{x}_i) \times \operatorname{sgn}(\dot{y}_{i+j}) \quad (1)$$

2) релейної функції взаємкореляції

$$B_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \dot{x}_i \times \operatorname{sgn}(\dot{y}_{i+j}) \quad (2)$$

3) коваріаційної функції взаємкореляції

$$K_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \times y_{i+j} \quad (3)$$

4) взаємкореляційної функції

$$R_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \dot{x}_i \times \dot{y}_{i+j} \quad (4)$$

5) нормованою взаємкореляційною

$$\rho_{xy}(j) = \frac{R_{xy}(j)}{\sqrt{D_x \times D_y}} \quad (5),$$

де  $D_x$  і  $D_y$  – дисперсія

6) структурною функцією взаємкореляції Колмогорова

$$C_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_{i+j})^2 \quad (6);$$

7) модульною взаємкореляційною функцією Тихонова

$$G_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - y_{i+j}| \quad (7);$$

8) взаємкореляційною функцією еквівалентності

$$\tilde{F}_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{z}_j[x_i, y_{i+j}] \quad (8) \quad \hat{F}_{xy}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{z}_j[x_i, y_{i+j}] \quad (9),$$

$$\text{де } \hat{z}_i[x_i, x_{i+j}] = \hat{z}_i = \begin{cases} x_i, & \text{якщо } x_i \geq x_{i+j} \\ x_{i+j}, & \text{якщо } x_i < x_{i+j} \end{cases}$$

9) полярна функція взаємкореляції

$$P_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \dot{x}_i \times \text{sgn}[\dot{y}_{i+j}] \quad (10) \quad P_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \times \text{sgn}[\dot{y}_{i+j}] \quad (11)$$

sgn – символ операції формування знака, виходячи з умов:

$$\text{sgn } \dot{x}_i = \begin{cases} 1, & \dot{x}_i > 0 \\ 0, & \dot{x}_i = 0 \\ -1, & \dot{x}_i < 0 \end{cases} \quad \text{sgn } \dot{y}_i = \begin{cases} 1, & \dot{y}_i > 0 \\ 0, & \dot{y}_i = 0 \\ -1, & \dot{y}_i < 0 \end{cases}$$

Інформація від джерел інформації надходить на каналні модулятори [4, 5] (рис. 2), де  $L_n$  – кількість каналів. Сигнали з виходів каналних модуляторів надходять на пристрій формування групового сигналу і формують груповий сигнал, який він перетворює в потрібний діапазон частот, підсилюється та передається в канал зв'язку (рис. 2).

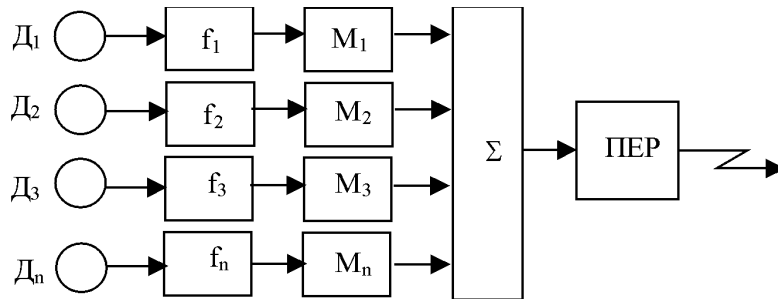


Рис. 2. Структурна схема пристрою формування даних від джерел інформації (Д1–Дn давачі, f1–fn корелятори з еталонами форм сигналів, М1–Мn каналні модулятори, ПЕР – передавач)

Пристрій формування групового сигналу виконує роль суматора каналних сигналів. Звідси груповий сигнал можна описати формулою:

$$v(t) = \sum_{j=1}^{L_k} [S_j(t) + N_j], \quad (12),$$

де  $S_j$  – каналний сигнал,  $N_j$  – канална завада.

Сумування проходить по всіх джерелах інформації, незалежно від того, чи вони передають інформацію в момент сканування  $t$ .

Приймальний пристрій складається з приймача ПР, який оптимально опрацьовує груповий сигнал і видає сигнал синхронізації. Виділений груповий сигнал надходить на розділяючий пристрій РП, де груповий сигнал розділяється на каналні сигнали. Канальні сигнали надходять на входи каналних демодуляторів (КД). Канальні демодулятори проводять кореляцію між груповим сигналом та еталонними формами кожного каналу, розділяючи груповий сигнал на окремі  $S_i$  та заваду  $N$ .

$$S_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1, j=0}^n \{M_i^*\} \otimes M_{i+j}, \quad (13)$$

де  $M_i^*$  – еталон форми сигналу  $i$ -го каналу,  $M_{i+j}$  – форма групового сигналу, отриманого з каналу зв'язку (рис. 3).

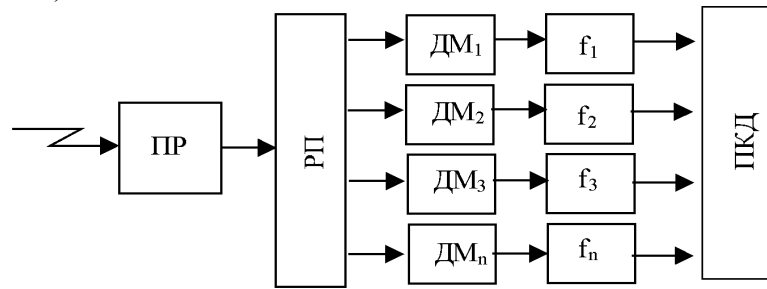


Рис.3. Структурна схема приймального пристрою: ПР – приймач, РП – розподільчий пристрій, ДМ1 – ДМ<sub>n</sub> – демодулятори, f1 – f<sub>n</sub> – корелятори, ПКД – пам'ять колективного доступу

Інформація з каналних демодуляторів у вигляді інформаційних фреймів (рис. 4) надходить на контролер низової мережі, який здійснює запис даних у відповідні комірки пам'яті колективного доступу.

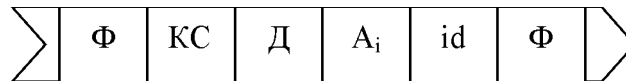


Рис. 4. Формат інформаційного фрейму, який формується джерелами інформації: Φ – прапорці “старт/стоп”; id – ідентифікатор “прийом/передача”;  $A_i$  – адреса комірки пам'яті для  $i$ -го каналу; Д – дані; КС – контрольна сума

На цеховому рівні отримана інформація з низового рівня обробляється, аналізується, формуються у відповідні інструкції, які передаються у вигляді інформаційних фреймів (рис. 5) на виконавчі механізми.

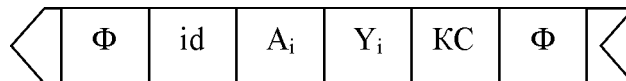


Рис. 5. Формат командного фрейму, який формується для виконавчих механізмів: Φ – прапорці “старт/стоп”; id – ідентифікатор “прийом/передача”;  $A_i$  – адреса комірки пам'яті для  $i$ -го каналу;  $Y_i$  – сигнали управління; КС – контрольна сума

На кожному з рівнів даної розподіленої комп'ютерної мережі всі елементи мережі об'єднані між собою зірково-магістральною топологією з пам'яттю колективного доступу (ПКД), яка містить комірки технологічного, цехового та адміністративного рівнів.

Пам'ять колективного доступу (ПКД) складається з таких основних функціональних вузлів [6]:

- 1) дешифратор і комутатор входів;
- 2) комутатор виходів;
- 3) схеми керування записом/зчитуванням;
- 4) схеми синхронізації;
- 5) комірки пам'яті “поштових скриньок” ОЗП та ПЗП;

Особливість цього пристрою полягає в тому, що більшість функціональних вузлів рівномірно розподілені за однаковими блоками. Центральним модулем ПКД є модуль розпізнавання і комутації каналів, схема якого наведена на рис. 6.

На схему подаються сигнали попередньої установки (ПУ), дозволи на зчитування і запис ( $D_{зч}$ ,  $D_{зап}$ ), а також імпульсні послідовності кодових посилок ключових слів для

зчитування( $G_{зч}$ ) і запису( $G_{зап}$ ), які створюються генератором Галуа. Робота пристрою відбувається синхронно за всіма входами, до яких підключені абоненти.

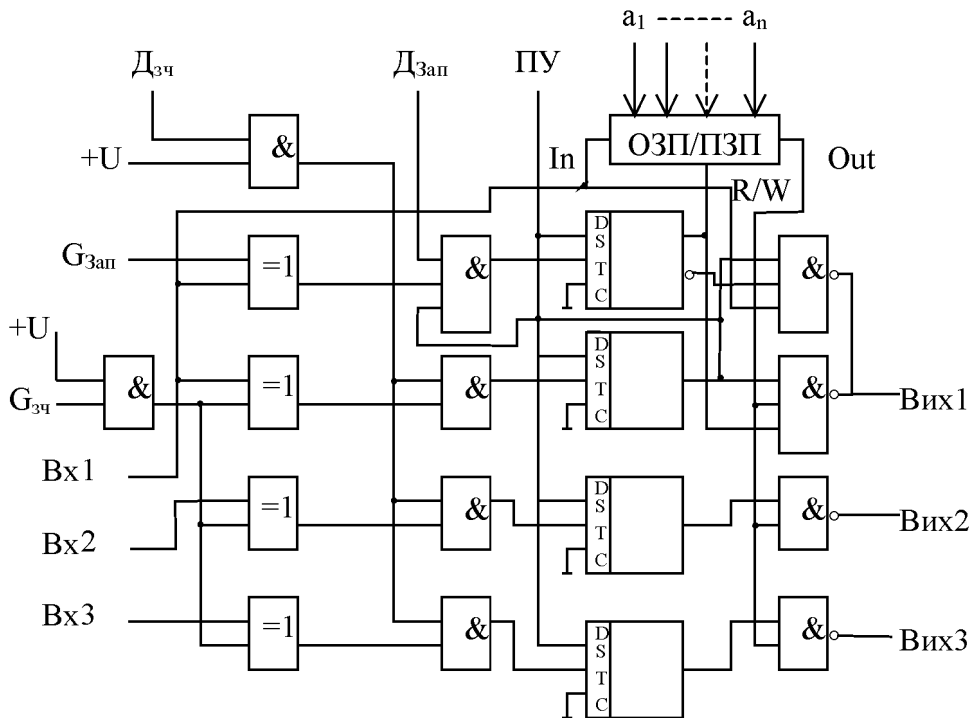


Рис. 6. Схема модуля розпізнавання і комутації каналів

ПКД організована як сукупність поштових скриньок. Кожна “поштова скринька”(ПС) являє собою набір комірок пам’яті, в яких міститься пакет інформації. Розміри даної “поштової скриньки” можуть бути довільними і залежать від вимог до обмеження часу очікування доступу. Всі “скриньки” функціонально поділяються на скриньки, в які інформація може записуватись і зчитуватись, а також тільки для зчитування. Для кожного абонента залежно від вимог конкретної реалізації мережі може бути виділено декілька ПС, в які відповідний абонент має право записувати інформацію, при цьому жоден з інших абонентів фізично не може записувати свій блок даних в ці ПС.

Дешифратор і комутатор входів визначають номер ПС, з якою встановлює зв’язок кожний із абонентів. Крім цього, визначається тип операції (читання/запис) для кожного з каналів. Комутатор виходів підключає відповідну ПС до каналу, з яким необхідно було встановити зв’язок.

Спосіб доступу для запису і зчитування пакета даних не залежить від типу ПС і є універсальним.

Використання особливостей кодів базису Галуа дозволило значно спростити схему дешифратора каналів. Це призвело до розробки прозорої і регулярної структури комутатора каналів, здатного модульно об’єднуватись. Так реалізується можливість необмеженого розширення кількості каналів для абонентів, які працюють із загальносистемними ресурсами. Збільшення числа абонентів лише обмежується “n” бітною довжиною ключа номера ПС адресної частини пакета даних, яка логарифмічно зв’язана для числа абонентів. Апаратна реалізація вхідного дешифратора дозволила одночасно в поточному циклі цифрового автомата обробляти дані від будь-якої кількості абонентів, бажаючих встановити

зв'язок з відповідними ПС. Для цього на вхід потрібного каналу подається послідовність імпульсів інформаційного кадру. З генератора Галуа ( $G_{3ч}$ ) подається імпульсна послідовність, яка повинна забезпечити працездатність даного каналу. Після імпульсу ПУ, який перекидає всі RS-тригери в одиничний стан, і подачі імпульсу дозволу зчитування, імпульси пакета даних, його адресна частина і ключ зчитування ( $G_{3ч}$ ) починають порівнюватись на елементах “виключне або”. Якщо ключ ( $G_{3ч}$ ) відповідає каналу, то відповідний RS-тригер не змінить свій стан, що забороняє передачу інформації через відповідні вихідні логічні елементи “І-НІ”. Тобто інформація надійде тільки на ті виходи, в каналі яких стан RS-тригерів не змінився.

Кожна рівнева ПКД в свою чергу зв'язана з ПКД інших рівнів швидкісними магістралями, що дає можливість здійснювати запис оновлених даних у відповідні частини ПКД на усіх рівнях одночасно (рис. 7).

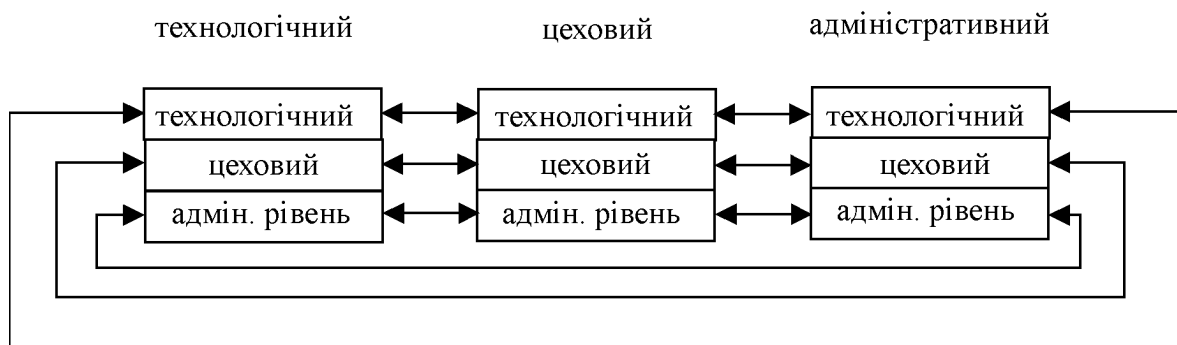


Рис. 7. Структурна схема пам'яті колективного доступу в розподіленій трирівневій мережі на базі зірково – магістральної топології

Це дає можливість паралельно звертатись до даних будь-якого рівня мережі без міжрівневих шлюзів, що призводить до росту ефективності та роботоздатності системи.

1. Паралельные методы и средства распознавания образов / Под. ред. А.Н. Свенсона. – К.: Наук. думка, 1985. – Т. 2. – С. 280. 2. Николайчук Я.М., Круцкевич Н.Д. Перспективи використання зірково-магістральної архітектури з пам'яттю колективного доступу в комп'ютерних мережах з глибоким розпаралелюванням // Збірник наук. праць “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах”. – Хмельницький, 2002. – № 9. – Т 2. – С. 122 – 126. 3. Варакин Л.Е. Теория систем сигналов. – М., Сов. радио, 1978. – 304 с. 4. Николайчук Я.М., Заставний О.М. Методология построения автономных сенсоров для распределенных компьютерных сетей // Вісник Технологічного університету Поділля. – Хмельницький, 2002. – № 3. – Т 1. – С. 142 – 146. 5. Мельничук С.І. Методи формування та цифрової обробки сигналів в розподілених системах керування. – Львів, 2000. 6. Круцкевич Н.Д., Николайчук Я.М. Структура та функції пам'яті колективного доступу на базі кодів Галуа // Збірник наук. праць “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах”. – Хмельницький, 2002. – № 9. – Т 2. – С. 126 – 129.